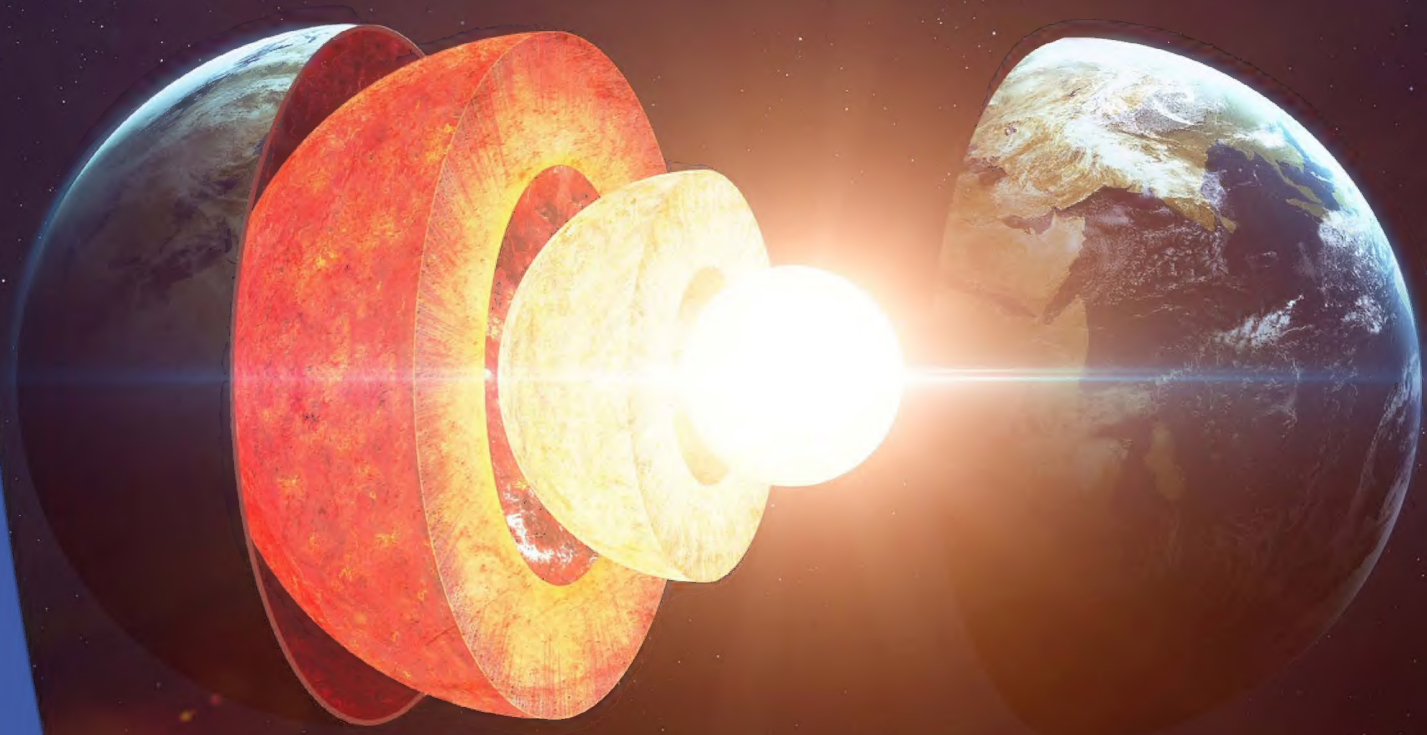
FOLHA
Criacionista
Publicação da Sociedade Criacionista Brasileira. Ano 19 – Nº 43 – 2º semestre/1990

TERRA EM EXPANSÃO



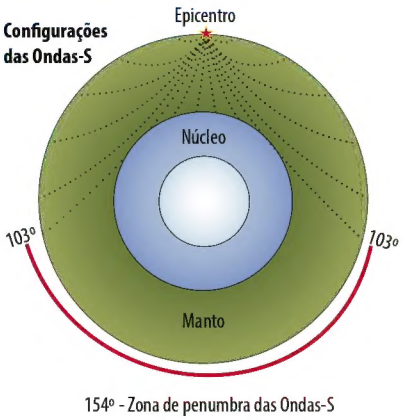
TECTÔNICA DE PLACAS

Sociedade Criacionista Brasileira

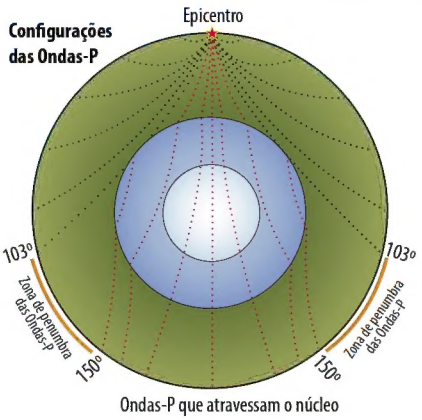
Nossa capa

Dois fenômenos provêm dados sobre as camadas interiores da Terra: as ondas sísmicas geradas por terremotos e, em menor grau, o campo magnético terrestre. A característica mais interessante do interior da Terra é a existência de uma fronteira definida entre duas regiões distintas, à profundidade de aproximadamente 3000 quilômetros. A região mais central, limitada por um raio de 3500 quilômetros, não transmite as ondas sísmicas **S** (transversais ou secundárias), o que constitui uma característica dos líquidos, pelo que se aceita geralmente que o núcleo terrestre consiste de matéria em estado líquido, provavelmente ferro em estado de fusão. A existência desse núcleo da Terra passou a ser aceita no início do século vinte, e estudos posteriores indicaram a existência de outra fronteira, mais ou menos difusa, entre duas partes do próprio núcleo. O raio dessa região da transição entre o núcleo interior e o núcleo exterior é da ordem de 1300 quilômetros, e as evidências indicam que, devido às enormes pressões, o núcleo interior consiste de ferro no estado sólido. A densidade do núcleo é da ordem de 12 vezes a da água, e ele constitui cerca de 32% da massa da Terra e 15% de seu volume.

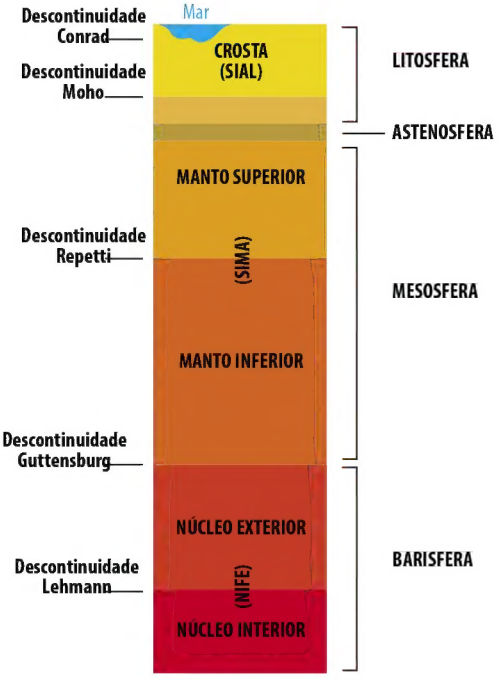
As camadas imediatamente acima do núcleo são denominadas de "manto", e nelas a densidade varia de 5,5 na parte inferior a 4,5 à profundidade de cerca de 900 quilômetros, e até 3,5 na base da crosta. O manto compreende 84% do volume da Terra e 67% de sua massa.



154º - Zona de penumbra das Ondas-S



Ondas-P que atravessam o núcleo



A crosta apresenta densidade menor do que 3,0. Sua espessura é cerca de 5 quilômetros sob os oceanos e varia de 30 a 50 quilômetros nos continentes. Sua camada inferior ("Sima" – abreviação de Silício-Magnésio) tem densidade próxima do basalto (2,8 a 2,9) e a camada superior ("Sial" – abreviação de Silício-Alumínio) tem densidade próxima do granito (2,65 a 2,75). A camada da crosta sob os oceanos é principalmente basáltica, e nos continentes as camadas são tanto basálticas quanto graníticas. A crosta compreende menos de 1% do volume da Terra e cerca de 0,4% de sua massa.

Alguns dos artigos deste número da Folha Criacionista fazem menção à crosta e ao manto superior e inferior, ao tratar de modelos geodinâmicos que tentam explicar a conformação atual dos oceanos e continentes em sua conexão com episódios catastróficos como a ocorrência do Dilúvio.

Editorial

NOTA EDITORIAL ACRESCENTADA À REEDIÇÃO DESTE NÚMERO DA FOLHA CRIACIONISTA

A reedição deste número e dos demais números dos periódicos da Sociedade Criacionista Brasileira faz parte de um projeto que visa facilitar aos interessados o acesso à literatura referente à controvérsia entre o Criacionismo e o Evolucionismo.

Ao se terminar a série de reedições dos números dos periódicos da SCB e com a manutenção do acervo todo em forma informatizada, ficará fácil também o acesso a artigos versando sobre os mesmos assuntos específicos, dentro da estrutura do Compêndio "Ciência e Religião" que está sendo preparado pela SCB para publicação em futuro próximo.

Os Editores responsáveis da Folha Criacionista

Ruy Carlos de Camargo Vieira e Rui Corrêa Vieira

Brasília, Janeiro de 2017

Com este número da Folha Criacionista, que provavelmente estará circulando no segundo semestre de 1992, encerra-se o décimo nono ano de publicação deste nosso periódico, que na realidade não tem sido muito periódico ...

Neste número, dando sequência ao assunto abordado nos números anteriores, continua-se a tratar dos asteroides, cometas e meteoritos, já sob o prisma do efeito que seus impactos eventuais exerceriam sobre a crosta terrestre e sobre o clima global.

A partir do número 38, a Folha Criacionista tem tentado seguir uma sequência encadeada de assuntos, com artigos e notícias que oferecem uma visão criacionista alternativa à do Evolucionismo tão difundido e aceito sem maiores questionamentos. Tem-se também procurado mostrar que, mesmo na visão evolucionista considerada como verdade absoluta, encontram-se várias incongruências, inconsistências, contradições e pontos de vista divergentes entre várias correntes.

Interessante é observar que, dentro da estrutura conceitual evolucionista, aos poucos vão sendo lev antadas hipóteses e elaboradas teorias que se opõem a princípios básicos da própria teoria da evolução, as quais, à medida que são aceitas, passam a exigir reformulações naquilo que antes era aceito como "verdade cientificamente comprovada" do evolucionismo. Chega-se, frequentemente, a situações em que a rápida "evolução" de tais teorias e hipóteses impede a reformulação e correção a tempo das anteriores hipóteses e teorias, de tal forma que deixam de ser efetuadas as necessárias alterações nos resultados e consequências delas decorrentes, resultando uma verdadeira onda de fluxos e refluxos que deixa perplexos os próprios evolucionistas em suas áreas específicas respectivas.

Evidentemente, o ponto de vista criacionista ainda não está devidamente consolidado no âmbito do atual pensamento científico, mas essa turbulência que cada vez mais passa a agitar o Evolucionismo não deixa de contribuir também para despertar a atenção para com as alternativas que o Criacionismo oferece para a interpretação das evidências observadas no Universo, nas várias áreas do saber.

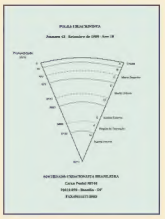
A Folha Criacionista pretende continuar nessa mesma linha nesta sua nova fase.

Não podem deixar de ser expressos aqui os agradecimentos à administração superior da Organização Santamarense de Educação e Cultura (atualmente Universidade Santo Amaro) pelo apoio dado à publicação de mais este número da Folha Criacionista.

Os Editores

FOLHA CRIACIONISTA Nº 43

Primeira edição:	Impressa na StiloGrafic Artes Gráficas da OSEC - S. Paulo – SP.
	Setembro de 1990 - 500 exemplares
Editores Responsáveis:	Ruy Carlos de Camargo Vieira
	Rui Corrêa Vieira
Desenhos:	Francisco Batista de Mello
Segunda edição:	Edição eletrônica pela SCB
	1º semestre de 2017
Editores Responsáveis:	Ruy Carlos de Camargo Vieira
	Rui Corrêa Vieira



Endereço da Sociedade Criacionista Brasileira em 2017, ano da reedição deste número da Folha Criacionista:

Telefone: (61)3468-3892 Sites: www.criacionismo.org.br e

e-mail: scb@scb.org.br www.revistacriacionista.org.br

Sumário

05 - O TEMPO GEOLÓGICO CONFORME A CRONOLOGIA EVOLUCIONISTA
Nota introdutória dos Editores

06 - GEODINÂMICA DILUVIANA E PÓS-DILUVIANA: UM MODELO DA TERRA EM EXPANSÃO
David W. Unfred
Creation Research Society Quarterly, março 1986

21 - MONTANHAS, METEORITOS E TECTÔNICA DE PLACAS
Bernard E. Northrup
Creation Research Society Quarterly, dezembro 1987

26 - VARIAÇÃO E FIXIDEZ NA CLIMATOLOGIA
Ted Aufdemberge
Creation Research Society Quarterly, dezembro 1991

Notícias

31 - A TERRA MUDA DE FACE

33 - DINOSSAUROS, COMETAS E VULCÕES

36 - CAUSA EXTRA-TERRESTRE DA EXTINÇÃO DO CRETÁCEO-TERCIÁRIO

41 - AS FONTES DO GRANDE ABISMO

42 - MUDANÇAS ANTROPOGÊNICAS DE ALBEDO E O CLIMA TERRESTRE

46 - ATIVIDADES VULCÂNICAS E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Formação de polígonos de lama devido à retração causada pela seca (Analogia com a formação de placas tectônicas em uma Terra em expansão)

FOLHA Criacionista

Publicação periódica da Sociedade Criacionista Brasileira (SCB)

Telefone: (61)3468-3892

Sites: www.scb.org.br e www.revistacriacionista.org.br

E-mail: scb@scb.org.br

Edição Eletrônica da SCB

Editores:
Ruy Carlos de Camargo Vieira
Rui Corrêa Vieira

Projeto gráfico:
Eduardo Olszewski
Michelson Borges

Adaptação e atualização do projeto gráfico:
Renovacio Criação

Diagramação e tratamento de imagens:
Roosevelt S. de Castro

Ilustrações:
Victor Hugo Araujo de Castro

Os artigos publicados nesta revista não refletem necessariamente o pensamento oficial da Sociedade Criacionista Brasileira. A reprodução total ou parcial dos textos publicados na Folha Criacionista poderá ser feita apenas com a autorização expressa da Sociedade Criacionista Brasileira, que detém permissão de tradução das sociedades congêneres, e direitos autorais das matérias de autoria de seus editores.

Sociedade Criacionista Brasileira

Folha Criacionista / Sociedade Criacionista Brasileira
v. 19, n. 43 (Setembro, 1990) – Brasília
A Sociedade, 1972-.
Semestral
ISSN impresso 1518-3696
ISSN online 2525-393X
1. Gênese. 2. Origem. 3. Criação
EAN Nº 977-1518-36900-2

O TEMPO GEOLÓGICO CONFORME A CRONOLOGIA EVOLUCIONISTA

Para que nossos leitores possam melhor acompanhar as descrições dos eventos geodinâmicos considerados nos artigos deste número da Folha Criacionista, transcrevemos a seguir uma tabela ilustrativa da divisão do tempo geológico conforme a cronologia evolucionista, constante da publicação "Glossário Geológico" de Viktor Leinz e Othon Henry Leonardos, Editora Nacional, S. Paulo, 1971.

ERAS	PERÍODOS	ÉPOCAS	TEMPO DECORRIDO EM ANOS	CARACTERÍSTICAS
Cenozoica	Quaternário	Holoceno	± 15 Mil	Final da última glaciação Homem?
		Pleistoceno	± 1 Milhão	
	Terciário	Plioceno	± 7 Milhões	Predomínio dos mamíferos e fanerógamas
		Mioceno	±26 Milhões	
		Oligoceno	± 38 Milhões	
		Eoceno	± 54 Milhões	
		Paleoceno	± 65 Milhões	
Mesozoica	Cretáceo		± 136 Milhões	Predomínio dos répteis gigantescos e coníferas
	Jurássico		± 190 Milhões	
	Triássico		± 225 Milhões	
Paleozoica	Permiano		± 280 Milhões	Apogeu dos anfíbios e criptógamas Apogeu dos peixes; Vegetação nos continentes
	Carbonífero		± 345 Milhões	
	Devoniano		± 395 Milhões	
	Siluriano		± 430 Milhões	Invertebrados e aparição de grande número de fósseis; Vida aquática; Peixes primitivos no Ord. e Sl.
	Ordoviciano		± 500 Milhões	
	Cambriano		± 570 Milhões	
Proterozóica			+ de 2 Bilhões	Restos raros de algas, esponjas, crustáceos e celenterados
Arqueozóica	Início da Terra		± 5 Bilhões ??	Sem evidências fossilíferas

Dentre as razões pelas quais essa cronologia se apresenta tão expandida quando comparada com a cronologia criacionista, destaca-se a conceituação uniformista dos eventos geológicos que se insere no pensamento evolucionista. Não obstante a predominância que ainda tem o Uniformismo na Biologia e na Geologia, verifica-se cada vez mais a abertura de espaços, mesmo dentro da estrutura conceitual evolucionista, para o reconhecimento de eventos catastróficos na história geológica e biológica de nosso planeta.

Outros artigos publicados em números anteriores da Folha Criacionista têm tratado do tempo geológico, mostrando os fundamentos sobre os quais foi construída a escala de tempo hoje aceita sem maiores questionamentos pelos evolucionistas. Recomenda-se, nesse sentido, a leitura do artigo "A Coluna Geológica, seus Fundamentos e Construtores", de Luther D. Sunderland, publicado na Folha Criacionista n.º 33.

MORFOLOGIA E CATASTROFISMO

GEODINÂMICA DILUVIANA E PÓS-DILUVIANA: UM MODELO DA TERRA EM EXPANSÃO

Vários modelos de Tectônica Global, criacionistas e não-criacionistas, têm sido propostos para explicar a distribuição dos continentes e suas características topográficas, e as dispersões da flora e da fauna. Um modelo geodinâmico da Terra em expansão parece ser a melhor resposta para os dados empíricos e o catastrofismo do Dilúvio no contexto das Escrituras.

David W. Unfred

Diretor de Estudos Externos do *Christian Heritage College*, na Califórnia, E.U.A.

Introdução

O interesse do autor em modelos da Terra derivou dos seus estudos do registro arqueológico deixado pelos povos paleo-históricos [1]. Se um arqueólogo aceita a Bíblia como palavra autorizada nos campos da Ciência e da História, torna-se então essencial para ele o desenvolvimento de modelos não-evolucionistas da Terra. Desde a Criação, não houve tempo na história geológica da Terra em que seres humanos não tenham estado presentes. Se os arqueólogos devem contribuir para o entendimento do verdadeiro "modelo de vida" dos povos paleo-históricos [2], torna-se necessário o conhecimento do ambiente e dos povos, bem como a sua interação. As populações de seres humanos, animais, e vegetais após o Dilúvio foram afetadas pelos processos geodinâmicos terrestres, que determinaram a configuração do clima, afetando a geografia regional e global. A dispersão pós-diluviana das populações animais e a posterior dispersão da população humana após o episódio da torre de Babel, foram influenciadas, e talvez mesmo dirigidas, pela alteração da paleo-geografia. Novas terras foram abertas para a habitação humana, e outras regiões ficaram isoladas da migração e da colonização [3].

O escopo deste artigo é fazer um resumo crítico dos principais modelos geodinâmicos de cunho evolucionista. São eles:

(1) Modelos em que os oceanos e continentes são fixos em posição, e permanentes;

(2) Modelos de tectônica de placas em que os continentes migram, e novo leito oceânico se forma, à medida que o antigo leito se destrói; e

(3) Modelos de expansão da Terra em que o crescimento de novo leito oceânico não é compensado pela destruição do leito antigo.

Esta crítica é complementada com um modelo da Terra em expansão com fundamento bíblico. Como criacionista, nossa atenção foi dirigida para a expansão da Terra, mais recentemente, por Glenn Morton [4]. Este artigo sugere que uma característica da geodinâmica do Dilúvio foi uma rápida expan-

são da Terra. Essa expansão teria contribuído para alterações tanto na hidrosfera como na atmosfera, bem como também na distribuição das massas terrestres após o Dilúvio. O modelo da Terra em expansão aqui apresentado é empírico e simplista, visando provocar hipóteses que expliquem o relacionamento da humanidade com o ambiente pós-diluviano.

Modelos da Terra de cunho evolucionista

Os modelos da Terra de cunho evolucionista são formulados com base no paradigma da Evolução. Como tal, postulam tempo ilimitado para a história da Terra. Esses modelos contrapõem-se aos modelos da Terra estruturados com base no Dilúvio global histórico. Os modelos de cunho evolucionista atribuem toda a história geológica a processos uniformes ou a catástrofes casuais que supostamente aconteceram no decorrer de bilhões de anos. Para eles é irrelevante a presença de um Criador, e a Bíblia é considerada um mito [5].

Nenhum modelo da Terra, de cunho evolucionista, pode ser demonstrado em escala global, para a qual se postula a sua ocorrência. E aqui está a raiz de um conflito. Esses modelos geodinâmicos não contêm um mecanismo coerente que explique como que os processos neles postulados poderiam ter operado durante os bilhões de anos da história geológica. Entretanto, sem esses bilhões de anos os processos geológicos uniformistas não poderiam ter ocorrido.

Modelos da Terra em contração

A ideia de que a Terra estivesse se contraindo, resfriando-se a partir de uma bola incandescente original, foi doutrina aceita pelos geocientistas até a década de 1960. Dobras montanhosas eram supostas resultar da sobrelevação da crosta superficial (litosfera) devido à contração do interior terrestre. As bacias oceânicas eram consideradas como regiões de colapso da crosta. Movimentos verticais e de compressão da litosfera eram considerados possíveis, mas os movimentos de placas localizadas eram excluídos [6]. Os modelos da Terra em contração, contudo, apresentam alguns sérios problemas. De acordo com esses modelos, os processos de formação das montanhas deveriam espalhar-se homogeneamente em todo o globo à medida que ocorresse uma contração uniforme. A analogia frequentemente apontada era a do enrugamento aleatório que se produz na superfície de uma maçã desidratada. Entretanto, não se verifica tal ocorrência aleatória. Cadeias de montanhas ocorrem principalmente em cinturões curvilíneos estreitos, frequentemente nas bordas dos continentes [7]. Outra anomalia foi descoberta com a análise dos dados sobre a topografia da Terra. Os cálculos a partir de dados coletados ao longo da superfície confirmaram que podem ser distinguidos dois níveis distintos: a crosta continental e o leito oceânico abissal. Essa distribuição bimodal não era predita por um modelo de Terra em contração. Se as elevações resultassem de movimentos verticais aleatórios, dever-se-ia esperar uma distribuição normal (ou de Gauss) das elevações em torno de um nível médio [8].

A relação entre um interior em resfriamento e uma superfície em contração também levava a contradições. Era de se esperar que o calor interno, primordial ou radiogênico, decrescesse exponencialmente em função do tempo. A Geologia de cunho evolucionista reconheceu que a sequência da orogênese não se correlaciona com uma configuração de resfriamento exponencial [9].

Como já observado, um conceito fundamental dos modelos da Terra em contração é que a posição dos continentes e oceanos tem sido permanente através da história geológica [10]. Um dos problemas mais debatidos entre biólogos e geólogos tem sido a distribuição dos fósseis e as características geológicas comuns a duas massas continentais separadas por um amplo oceano. Para explicar tais associações, têm sido supostas conexões terrestres que teriam existido no passado remoto (particularmente conexões terrestres transatlânticas). Essas pontes de terra permitiriam a migração de populações de animais e plantas entre os continentes. Onde estariam elas hoje? Foi suposto que elas submergiram e se tornaram parte das bacias oceânicas. Mas, quando se tornou possível a exploração do leito oceânico, não se encontraram evidências fósseis e sedimentares favoráveis às pontes de terra. Pelo contrário, descobriu-se que os sedimentos do leito oceânico eram muito

menos espessos que os dos continentes, o que não era esperado. Se os oceanos e continentes fossem da mesma idade, e tivessem permanecido nas mesmas posições, as taxas de sedimentação e as distribuições dos sedimentos refletiriam esse fato [11]. Outro problema adicional foi que os sedimentos do leito oceânico eram "jovens", isto é, os indicadores fósseis comparáveis eram os mesmos tanto nos sedimentos oceânicos quanto nos sedimentos depositados nas camadas superiores sobre a terra firme. Não foram encontrados sedimentos oceânicos comparáveis aos perfis de sedimentos continentais mais "velhos". Evidentemente, se os continentes fossem leito oceânico deslocado para cima, então o perfil dos sedimentos dos oceanos seria comparável àqueles sedimentos "mais velhos" existentes na terra seca [12].

A DERIVA CONTINENTAL

O modelo da Terra em contração foi rapidamente abandonado durante a década de 1960. As associações existentes entre os fósseis transoceânicos e as distribuições de sedimentos nos continentes tornaram-se aceitas, achando-se que somente seriam explicadas se os continentes tivessem sido ligados entre si, no passado. Se tivessem estado ligados no passado, então a extensão lógica dessa ideia seria de que em algum tempo deveriam também ter-se separado.

O conceito da deriva continental e dos leitos oceânicos em movimentação havia chamado a atenção da comunidade científica quase 50 anos antes de sua plena aceitação. Em 1912 o meteorologista alemão Alfred Wegener havia proposto que os continentes a cada lado do Oceano Atlântico tinham estado unidos em certa época, tinham se fendido e então se separado. Em parte sua teoria havia-se inspirado no encaixe aparente da América do Sul com o litoral da África. A Figura 1 é uma versão moderna do encaixe entre os continentes de ambos os lados do Atlântico. Para Wegener, a ideia de que os continentes estivessem unidos em certa época explicava as ligações fósseis e estratigráficas existentes entre os continentes, sem os problemas decorrentes da hipótese das pontes terrestres.

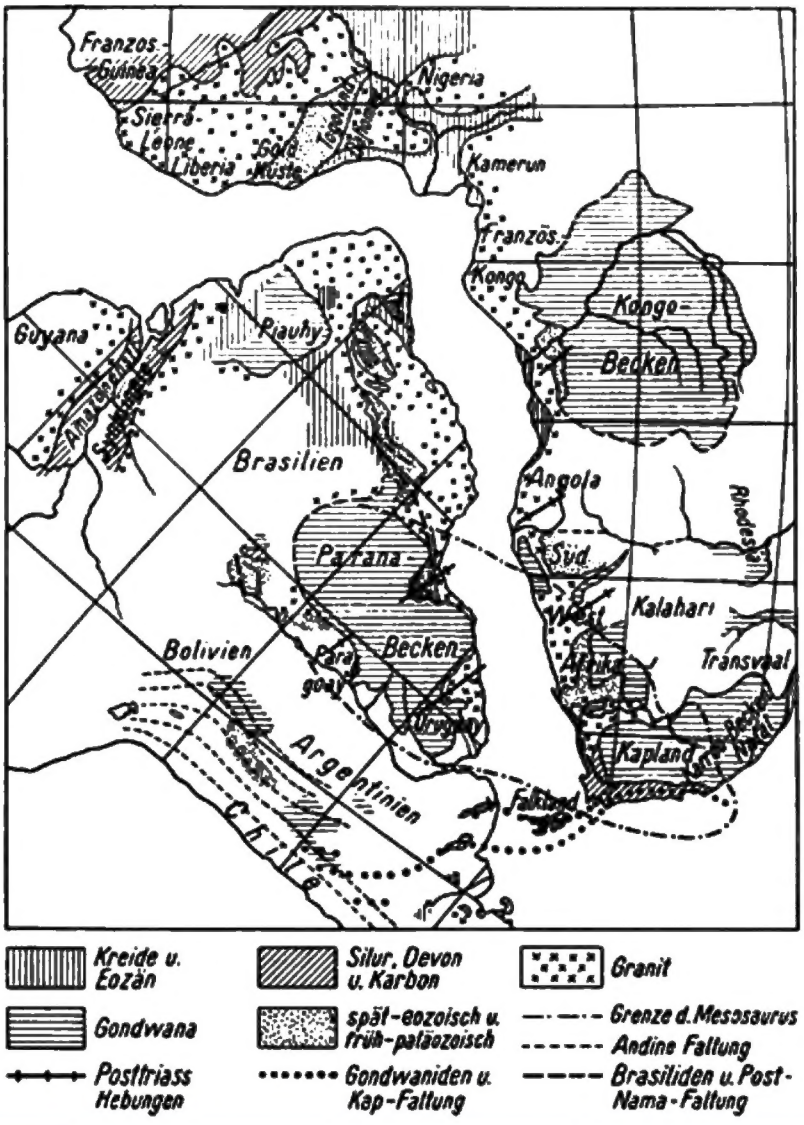


Figura 1 - Alfred Wegener impressionou-se com o encaixe das linhas litorâneas dos continentes dos dois lados do Atlântico. Projeções efetuadas com o auxílio de computadores posteriormente refinaram esse encaixe aparente. Estudos geológicos de fósseis e perfis de sedimentação em regiões adjacentes da América do Sul e da África também sugerem uma união no passado (*Apud* Carey, S. 1976, p. 41). [Desenho original de Wegener]

Entretanto, a teoria de Wegener da migração dos continentes foi rejeitada pela maioria dos cientistas dos seus dias. A razão da rejeição mais frequentemente apresentada era a de que a teoria não proporcionava nenhuma explicação aceitável para as forças necessárias para o início e para a manutenção do movimento

dos continentes [13]. Entretanto, outra razão para a rejeição da teoria de Wegener foi que os que controlavam os meios de comunicação científica não podiam aceitar desafios a teorias populares acariciadas, sobre as quais repousavam muitas reputações acadêmicas. O professor Carey, um dos principais reavivadores do modelo da migração dos continentes na década de 1950, observou [14]:

Durante as décadas de 1930, 1940 e início de 1950, as ideias de Wegener foram geralmente rejeitadas como fantasiosas – fascinantes, mas falsas. "Uma fábula, um castelo de cartas, um belo conto de fadas", entoava o coro da Ciência americana.

Durante as décadas de seu repúdio, argumentos que contradiziam a dispersão dos continentes eram aprovados sem escrutínio ou teste. Estavam corretos "a priori" porque todos sabiam que a deriva continental estava errada ... (p. 6). Mas aqui estava a dificuldade. Ao passo que qualquer afirmação sem fundamento, denegrindo ou escarnecendo a tese da dispersão dos continentes, obtinha trânsito fácil e aprovação para publicação, qualquer que se atrevesse a argumentar a favor da migração dos continentes era tratado com desprezo pelos revisores e editores e se tornava alvo de comentários maldosos (p. 9).

Tal é a história da "objetividade científica"!

Durante as décadas de ridículo e de preconceito da comunidade científica, uma minoria de geofísicos continuou a apoiar o modelo da deriva continental. Geólogos do hemisfério sul, como por exemplo A. Du Toit da África do Sul, e S. Carey da Austrália, verificaram evidências que indicavam que uma calota de gelo tinha coberto em comum partes da América do Sul, África, Índia e Austrália [15].

Essas áreas hoje estão separadas por milhares de quilômetros de oceanos. A distribuição dos fósseis, particularmente da flora fóssil *Glossopteris*, sugeria também que essas terras estiveram unidas em certa época [16]. Evidências como estas continuaram a manter viva a ideia da deriva continental (Ver Figura 2).

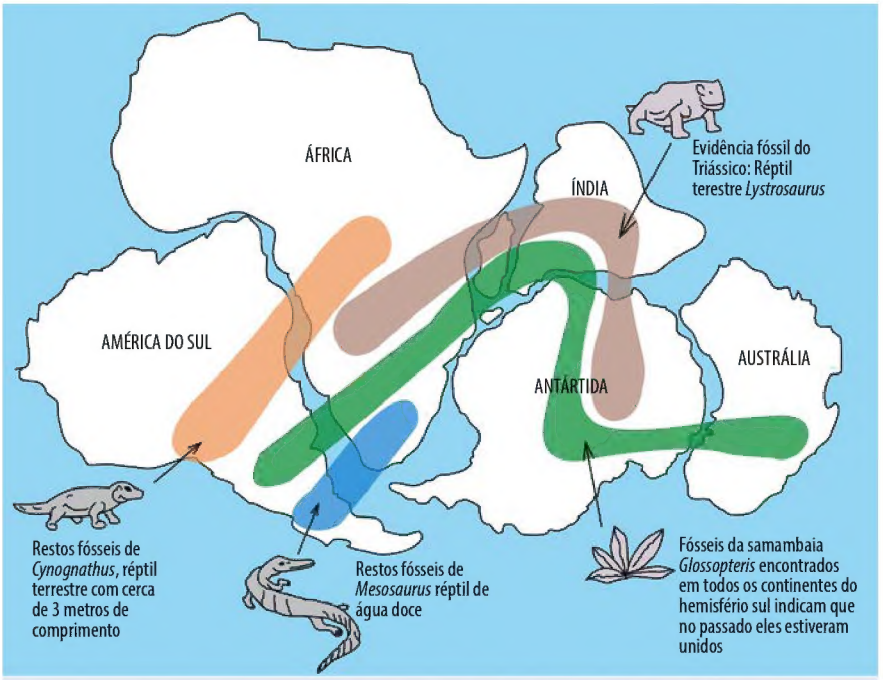


Figura 2 - O mapa representa a América do Sul, África, Índia, Antártida e Austrália, que se supõem terem sido recobertas em comum por uma calota de gelo.
Indicam-se pelas faixas coloridas as regiões do hemisfério sul em que foram encontrados em sedimentos comuns fósseis dos mesmos animais e da planta Glossopteris.

O Espalhamento dos Oceanos e a Tectônica de Placas

Na década de 1920, A. Holmes sugeriu a convecção térmica no manto como mecanismo de impulsionamento da deriva continental. Holmes supôs que essa convecção atuava como uma esteira rolante sobre a qual os continentes se deslocavam [17]. Na década de 1960 vários geofísicos lançaram a ideia de que o leito oceânico estava se dilatando a partir das cordilheiras submarinas, de forma que estariam se formando novas porções de leito oceânico compostas principalmente do basalto que, por extrusão, escoaria do manto. A hipótese era de que nova crosta oceânica estava sendo produzida através de uma rede global de sistemas de depressões e cordilheiras. Novo leito oceânico estaria se espalhando a partir de ambos os lados dessas cordilheiras oceânicas, e a crosta recentemente resfriada estaria se deslocando sob o efeito de novos fluxos ascendentes. A crosta mais antiga seria empurrada para longe do sistema das cadeias de depressão. O leito

oceânico continuaria a mover-se lateralmente distanciando-se da fonte extrusiva até novamente penetrar no manto. Este movimento descendente do leito oceânico resultaria em trincheiras oceânicas onde o leito "mais antigo" mergulharia sob as bordas continentais ou sob os sistemas arqueados de ilhas, processo este que foi denominado de *subdução*. Desta forma, o antigo leito oceânico é removido à medida que novo leito é produzido. A crosta oceânica descendente supostamente se derreteria parcialmente ao penetrar em regiões de maior temperatura e pressão no interior do manto (astenosfera).

Parte da crosta derretida em movimentos descendentes retornaria para a superfície na forma de lava resultante da atividade tectônica e vulcânica. Os sedimentos oceânicos "mais leves" não seriam levados para o manto, mas se desprenderiam tornando-se parte da margem continental. A maior parte do leito oceânico que penetrasse no manto escoaria sob a atuação das correntes de convecção ali existentes, podendo posteriormente ressurgir no sistema das cadeias oceânicas de depressão, formando novo leito oceânico. Desta forma, o leito oceânico estaria teoricamente sendo constantemente renovado através da história geológica [18]. A Figura 3 resume algumas das características hipotéticas do espalhamento do leito oceânico e da convecção no manto.

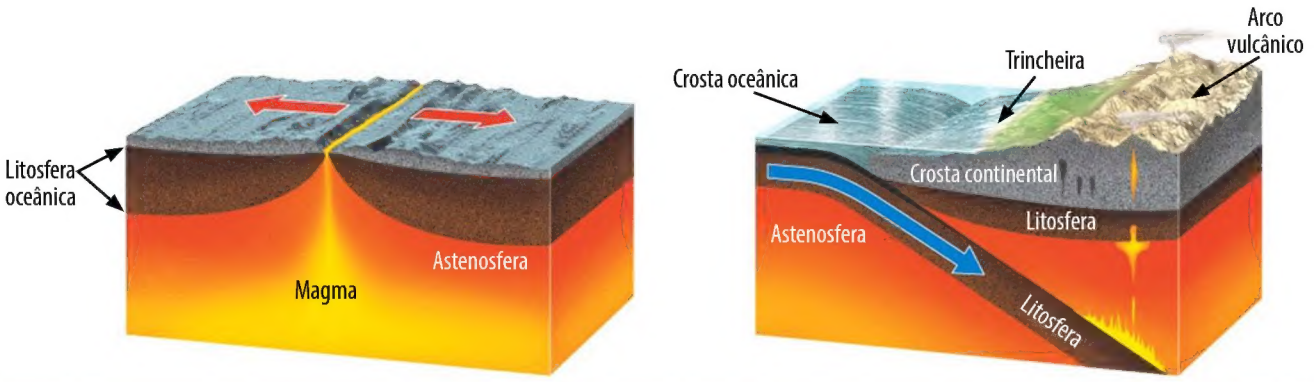


Figura 3 - Representação das principais características do modelo de tectônica de placas (Apud Talwani, M. e Langseth, M., 1981 *Science*, 213:23)

A tectônica de placas constitui uma síntese das hipóteses da migração dos continentes, da convecção do manto e do espalhamento do leito oceânico. O modelo da tectônica de placas vê a crosta terrestre como sendo composta de sete grandes placas bastante rígidas e várias outras menores. As sete principais placas são as da Índia, do Pacífico, da Austrália, das Américas do Sul e do Norte, da África e da Eurásia. As fronteiras entre as placas são feitas coincidir com trincheiras oceânicas, sistemas de cadeias oceânicas de depressão, e regiões continentais de terremotos e atividade vulcânica (Figura 4). Supõe-se que uma placa seja representada por uma massa de Terra continental juntamente com o leito oceânico circundante existente até o seu limite. Como as placas continentais são menos densas do que a crosta basáltica, elas "flutuam" e são deslocadas pela movimentação do leito oceânico. A concepção uniformista da tectônica de placas cria um quadro cíclico de placas colidindo, juntando-se e separando-se, ciclo este suposto repetir-se através dos éons do tempo geológico [19].

Tectônica de Placas e Evidências Geológicas

Os modelos de tectônica de placas adquiriram ampla popularidade e, portanto, são ensinados com vários graus de certeza, como fato científico. Existem, entretanto, enormes problemas entre o que é predito pela teoria e as evidências geológicas. Uma amostragem desses problemas é destacada a seguir.

A – África

A placa africana inclui o continente e a região circundante de "espalhamento do leito oceânico". Supondo que a África se tenha separado das outras massas de terra continental, a teoria da tectônica de placas exige que uma área da crosta maior do que o continente africano tenha sido submetida a subdução [20]. Entretanto, entre as cadeias oceânicas do Atlântico e do Oceano Índico não existe nenhum siste-

ma disponível para absorver a crosta "mais antiga". De fato, a África é circundada por um sistema de cadeias de depressão que se espalha conforme mostrado na Figura 4.

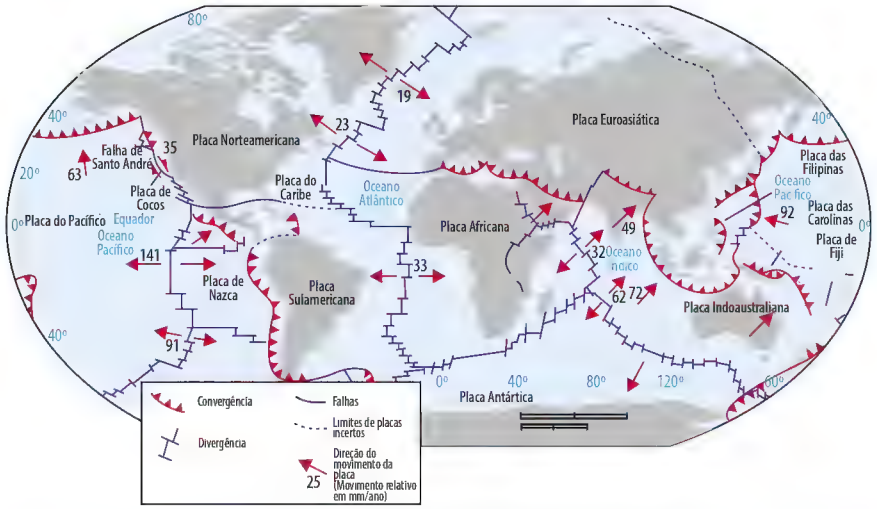


Figura 4 - Projeção de Mercator do globo terrestre mostrando as "fronteiras" das principais placas da litosfera. Observe-se que a placa da África está circundada pelas zonas oceânicas de "espalhamento" (*Apud* Forsyth, D. e Uyeda, S., 1975, *Geophys.* J. 43:163).

Os elaboradores da teoria de tectônica de placas têm sugerido que a placa da África permaneceu estacionária, enquanto o crescimento de novo leito oceânico foi acomodado pelo sistema de trincheiras do Pacífico e da Antártida. Como observa Carey:

> *A trincheira Peru-Chile tem então de absorver a contribuição de mais de 1600 km da África, acrescida de mais de 1400 km da América do Sul, e mais 3700 km do Pacífico Meridional, totalizando cerca de 7000 km de empuxo da litosfera sob os Andes* [21].

Na direção da Antártida, a trincheira Kermadec entre a Austrália e a África teria tido de efetuar a subdução de 1300 km de crosta oceânica [22]. Existem evidências de que subduções dessa ordem de grandeza tenham ocorrido? A resposta é "não!".

B – Trincheira Peru-Chile

Para que o raio terrestre permaneça constante, as trincheiras ao redor do globo devem engolir a crosta oceânica na mesma proporção em que os sistemas de cadeias de depressão estão produzindo novo leito oceânico. Os sedimentos depositados nos leitos oceânicos, entretanto, não seriam todos submetidos à subdução. Os sedimentos são menos densos que a crosta basáltica e "flutuariam" sobre as rochas mais densas do manto. Raspas de sedimentos mais leves seriam acumuladas nas trincheiras e nas margens continentais. Imensos volumes de sedimentos do leito oceânico deveriam ser encontrados dentro das trincheiras e nas margens continentais. Levantamentos geológicos da Trincheira Peru-Chile revelam, entretanto, um quadro distinto. Algumas secções da trincheira não contêm sedimento algum, enquanto que outros contêm sedimentos do Terciário não perturbados (ver Figura 5) [23]. Não existem evidências de subdução da crosta oceânica na trincheira Peru-Chile [24].

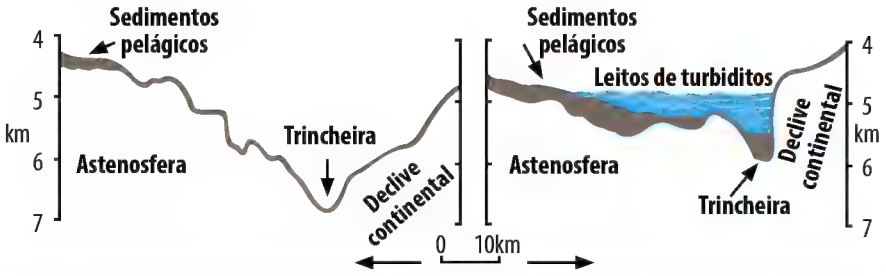


Figura 5 - Algumas regiões da trincheira Peru – Chile não contêm "lama" sedimentar (à esquerda). Outras regiões contêm somente sedimentos não perturbados do Terciário (à direita). Para os continentes terem chegado às suas atuais posições pelos processos da tectônica de placas, uma extensão de cerca de 7000 km de oceano deve ter penetrado sob os Andes deixando os sedimentos pelágicos menos densos acumulados nas trincheiras e na rampa continental. (*Apud* Scholl, D. _L _L., 1968, p. 870).

C – Antártida

A teoria da tectônica de placas apresenta ainda maiores problemas para a Antártida do que para a África. A Figura 6 representa a situação da Antártida. A placa antártica limita-se em todos os lados com zonas de "espalhamento". Novamente, de acordo com a teoria, deveria ter sofrido subdução uma área da crosta oceânica não menor do que o próprio continente antártico, e não existe nenhum sinal dessa enorme subdução. A única pequena trincheira existente na

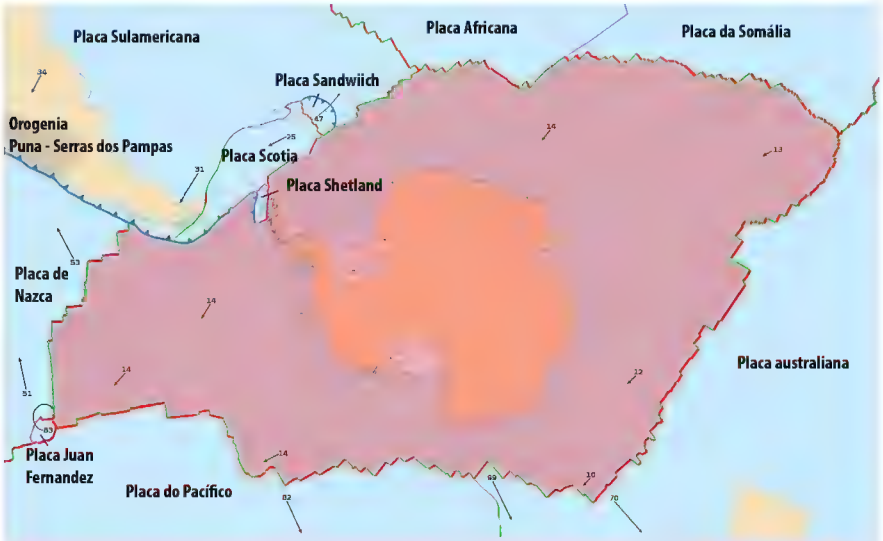


Figura 6 - A Antártida é completamente circundada por regiões de fronteira entre placas oceânicas. Onde as fronteiras das placas se defrontam não existem trincheiras para "engolir" a crosta oceânica mais antiga. (*Apud* Carey, 1983, p. 383).

região (Sandwich do Sul) forma um ângulo reto com a hipotética zona de espalhamento [25].

Os diagramas teóricos do espalhamento do leito oceânico e da subdução podem parecer convincentes, mas quando os princípios da tectônica de placas são aplicados em uma escala global, faltam as evidências geológicas.

D – Correntes de Convecção

A tectônica de placas propõe que os movimentos horizontais das placas são a causa de todos os principais efeitos geotectônicos. Teoricamente, quando uma placa oceânica colide com uma placa continental, a crosta oceânica, mais densa, imerge por baixo da placa continental. Para deslocar essas placas entre si têm sido supostas correntes de convecção internamente ao manto [26]. Pode-se observar a convecção térmica em uma panela aquecida com água. A água mais quente, menos densa, eleva-se do fundo da panela e na superfície cede calor para a atmosfera. A água mais fria, mais densa, da superfície desce em direção ao fundo da panela. Aplicando-se ao manto terrestre a ideia, "dado tempo suficiente", a Terra se comportaria como um fluido newtoniano ideal, e o manto rochoso apresentaria convecção térmica semelhante à descrita no caso da panela com água aquecida. Entretanto, experiências realizadas com a deformação de rochas sob compressão indicam que o manto terrestre pode ter propriedades que o fazem agir de forma diferente de um fluído newtoniano normal [27]. O obstáculo existente é que os geofísicos não podem testar convenientemente suas hipóteses sobre o interior da Terra. As propriedades reológicas do manto, além das que são exigidas para o fenômeno da isostasia da crosta, são desconhecidas [28]. De fato, os geofísicos ainda não foram capazes de determinar com precisão a composição do manto [29].

Um geofísico recentemente observou:

> *Os resultados de nossas investigações sobre o assunto representam nada mais do que especulações inteligentes, ou no máximo hipóteses de trabalho mais ou menos razoáveis. Não avançamos realmente nosso conhecimento e pensamento teórico muito além do que tinham nossos professores há vinte ou mesmo cinquenta anos. Podemos postular, ou até acreditar ardentemente, que a convecção é o onipresente e final agente motor da tectônica de placas. Não obstante, não podemos provar que o atrito entre o manto e a crosta (de que outra forma poderia a convecção térmica converter-se em movimento horizontal?) seja suficiente para deslocar placas da crosta, pequenas e grandes* [30].

E – O mítico Mar de Tethys

Uma vasta área vazia faz parte de todos os modelos de tectônica de placas. Quando se juntam as massas de terra continentais sobre um globo com o raio atual da Terra, cria-se um enorme vazio entre a Ásia, a Índia e a Austrália (Figura 7). Essa área vazia é suposta ter constituído um oceano e é chamada de "Mar de Tethys".

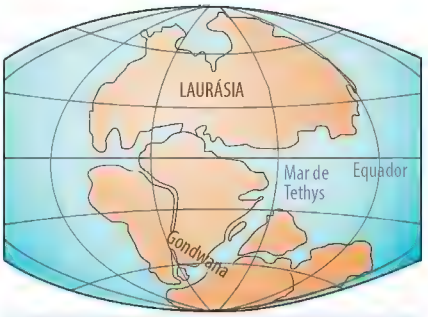


Figura 7 - Reconstruções de um único "supercontinente" sobre a Terra mantida com raio constante exigem a existência de um único "super oceano".

Como o oceano atual é "mais jovem" do que os continentes, a teoria da tectônica de placas supõe que o antigo leito oceânico do mar de Tethys sofreu completa subdução para o interior do manto.

Tethys supostamente foi destruído por subdução sob a pla-

ca continental da Ásia quando a Índia colidiu com a Ásia. A subdução responde pelo fato de Tethys não mais existir hoje [31]. Entretanto, também existem problemas com esta hipótese. Meyerhoff e Meyerhoff insistem que a Índia jamais esteve "distante" da Ásia em sua história geológica [32]. Carey demonstrou que a Índia tem ligações paleogeográficas e de fauna com a Austrália, a Antártida, Madagascar, África Ocidental, Arábia, Iran, Afeganistão, Casaquistão e Tibet [33].

Para explicar as semelhanças fósseis e estratigráficas, os paleogeógrafos acharam necessário "embarcar" as ilhas da Australásia para diante e para trás ao longo dessa área vazia. Timor é um exemplo [34].

Modelos da Terra em Expansão

A impossibilidade dos modelos de tectônica de placas conciliarem a teoria com os dados geológicos fez reviver o interesse de uma minoria de cientistas para com os modelos da Terra em expansão. Em sua maior parte, o interesse inicial com relação a uma Terra em expansão surgiu com os cientistas europeus que foram inspirados pelo conceito de Wegener da deriva continental. Lindemann em 1927 argumentava que a distensão e as falhas eram as características predominantes da superfície da Terra. Postulava ele que a deriva continental era resultado da expansão do interior da Terra [35]. Helgenberg (1933) foi o primeiro a preparar um globo terrestre com raio proporcionalmente menor para mostrar que as massas de terra seca se encaixavam entre si com a exclusão dos oceanos. Seu modelo tinha cerca de 60% das dimensões de um globo de referência moderno [36].

Recentemente foi realizado um simpósio sobre a Terra em expansão, em Sydney, Austrália (fevereiro de 1981). A reunião congregou cientistas internacionais reconhecidos como preeminentes defensores dos modelos de tectônica de placas e da Terra em expansão. Essa reunião foi seguida, em novembro de 1981, por uma conferência realizada em Moscou sobre a Terra em expansão. As teorias da Terra em expansão, de cunho evolucionista, resultantes dessas reuniões podem ser grupadas em quatro categorias:

(1) massa constante, mas um núcleo interno superdenso, metaestável, que se alterou em fase, com o tempo, até matéria de densidade "normal";
(2) massa constante, mas constante gravitacional G em declínio;
(3) massa aumentando com o tempo devido a fenômenos cosmológicos, isto é, expansão como um fenômeno universal provocado em função de pressão, temperatura e tempo; e
(4) acreção significativa proveniente de impactos de asteroides no decorrer de bilhões de anos [37].

Empiricamente, os modelos da Terra em expansão foram formulados com base na observação de que a estrutura da superfície dos continentes se encaixava com mais precisão se o raio terrestre fosse menor do que o atual. Owen, do Museu Britânico (de História Natural) observou que as configurações geométricas do encaixe dos continentes utilizadas pelos adeptos da tectônica de placas padeciam de duas principais inconveniências:

(1) São feitas reconstruções de áreas relativamente pequenas, sem referência aos efeitos exercidos sobre áreas adjacentes; e
(2) "Falta de elementar competência cartográfica dos pesquisadores, cujo trabalho no campo da geofísica, não obstante, é de elevado padrão". Owen mostrou como pequenos "hiatos" ocorrem nas reconstruções projetadas corretamente utilizando um raio terrestre com a dimensão atual, hiatos estes que desaparecem nas projeções da Terra com raio menor [38].

Com relação à enorme subdução exigida pelos modelos de tectônica de placas do mar de Tethys, Stocklin concluiu:

> *Os dados paleomagnéticos do Paleozoico recente e do Mesozoico mais antigo, se aplicados a uma Terra com as dimensões atuais, exigem uma imensa separação oceânica entre a Índia e a Eurásia, correspondente ao mar de Tethys. Se aplicados a uma Terra de menor diâmetro, nenhuma separação como essa é exigida. A geologia do Himalaia não indica a existência de um mar de Tethys desde o Paleozoico até o Mesozoico mais antigo, e nesse aspecto apoia a teoria de uma Terra em expansão* [39].

Compressão e Formação das Montanhas

Se a separação dos continentes tivesse envolvido somente a expansão da Terra, as forças expansivas sozinhas não provocariam colisões da crosta. Colisões aparentes, entretanto, fazem parte do registro geológico. Acredita-se que os Alpes resultaram de uma compressão horizontal de várias centenas de quilômetros da litosfera [40]. Para superar este problema, alguns formuladores de teorias propuseram modelos em que a Terra se expande por algum tempo, para depois contrair-se. A principal dificuldade desses modelos da Terra pulsante é a identificação de uma causa motora razoável que pudesse atuar tanto na fase de expansão como na de contração [41]. Carey argumenta que características sinclinais e orogênicas surgem através de ciclos de extensão da litosfera e de subelevação diapírica do manto aquecido, respectivamente. Os cinturões orogênicos fazem parte do sistema poligonal de expansão peri-continental, da mesma forma que as cadeias oceânicas. A sobrelevação diapírica do manto apresenta espalhamento por gravidade na superfície, resultando em cinturões ultramáficos, muralhas, lineações em leque, e mapas de gravidade (que são erroneamente identificados como características de colisão) [42].

Acumulação da Água Oceânica

O aumento do raio terrestre resultou na ampliação da crosta oceânica. Tem sido sugerido que a expansão da Terra tenha tido como resultado intenso defluxo de água do material do manto, à medida que novo leito oceânico fosse sendo formado. As estimativas da quantidade total da água oceânica na Terra hoje variam de $1{,}4.10^{24}$ gramas (Holmes [43]) a $1{,}8.10^{24}$ gramas (Anderson [44]). Se o raio terrestre tivesse 60% do valor atual, esse volume de água cobriria completamente o planeta, com uma profundidade média de aproximadamente 7 a 10 quilômetros [45]. Em função das hipóteses e limitações postas pela estratigrafia de cunho evolucionista, é considerado impossível um evento como esse. O problema reside na reconciliação entre o defluxo de novas águas oceânicas (águas juvenis) e a estrutura de tempo inflacionada necessária nos modelos da Terra de cunho evolucionista.

Modelos da Terra Criacionistas

Se a catástrofe do Dilúvio for aceita como verdade histórica, então os modelos da Terra devem conciliar as evidências geológicas com a cronologia e a sequência dos eventos desenvolvidos biblicamente. Alguns criacionistas elaboraram modelos da Terra que defendem posições permanentes para os continentes e oceanos [46]. Outros reconheceram que a distribuição dos fósseis tanto atesta a natureza catastrófica do Dilúvio quanto indica que as atuais massas continentais de terra firme uma vez estiveram unidas [47]. Modelos da Terra que incorporam conceitos de tectônica de placas também têm sido propostos para a hipótese de que a migração dos continentes tenha ocorrido posteriormente ao Dilúvio [48]. O apoio bíblico para a deriva dos continentes após o Dilúvio pode provir de Gênesis 10:25 onde é relatado que Peleg recebeu o seu nome porque em sua época "a Terra foi dividida".

Se, a partir das evidências fósseis e estratigráficas, concluirmos que os continentes hoje separados por milhares de quilômetros de oceano uma vez estiveram unidos, então deve ter ocorrido dispersão continental. E com relação aos modelos tectônicos globais da Terra, existe uma das duas seguintes possibilidades:

(1) Um leito oceânico "mais antigo" foi destruído pela subdução, voltando a integrar o manto à medida que os continentes se dispersaram, mantido constante o raio terrestre – a hipótese da tectônica de placas; ou

(2) O leito oceânico foi produzido sem a destruição de uma crosta oceânica "mais antiga", porque o raio da Terra expandiu-se.

Glenn Morton, geofísico e criacionista que tem elaborado teorias com fundamentos intuitivos, apresentou um fator favorável ao modelo da Terra expandida, e contra os modelos criacionistas da Terra baseados na hipótese da tectônica de placas. Com relação a essa hipótese, as características geodinâmicas da convecção no manto, quando aplicadas ao intervalo de tempo relativamente curto indicado pelas Escrituras, exigem temperaturas irrealistamente elevadas e enormes influxos de energia para mover os continentes e promover a subdução de enormes volumes da litosfera oceâni-

ca [49]. Os modelos criacionistas de tectônica de placas padecem também da mesma ausência de evidências a favor da subdução intensa, da mesma forma que a tectônica de placas de cunho evolucionista.

Morton vê somente duas possibilidades para explicar um encaixamento anterior dos continentes:

> *Ou Deus separou os continentes utilizando agências não naturais, ou a Terra se expandiu de tal maneira que as forças viscosas não estiveram envolvidas. A expansão da Terra causada pela expansão individual da cada átomo devido à alteração da permissividade do espaço livre (a força elétrica) é uma possibilidade que poderia obviar o problema da viscosidade* [50].

A ausência de evidências a favor da sobrelevação continental e da subelevação oceânica, e a ausência de subdução intensa, são fatores que se opõem aos modelos de continentes fixos ou de dispersão continental envolvendo tectônica de placas.

O modelo de Terra expandida que é apresentado em seguida está centrado mais nas consequências históricas do que nos mecanismos. Não constitui preocupação desta apresentação o mecanismo desta expansão ter sido miraculoso ou natural. Está descrita nas Escrituras uma sequência de eventos tectônicos globais que são evidenciados na Terra. Estas evidências é que são consideradas no modelo de Terra em expansão apresentado a seguir.

A Terra Antediluviana

Desde a criação da Terra até o Dilúvio o raio terrestre tinha 60 a 70% do seu valor atual. A Figura 8 exemplifica a paleogeografia resultante desse menor valor do raio. A terra seca era predominante e as grandes bacias oceânicas atuais não existiam; pelo contrário, a Terra era dividida por estreitas faixas marítimas, possivelmente existindo mares (ou pântanos) rasos epicontinentais em algumas regiões da Terra.

O equilíbrio hidrosférico e a circulação atmosférica teriam sido previsivelmente muito diferentes de hoje, devido a essa proporção entre mar e terra seca. Os cientistas criacionistas frequentemente citam evidências, tanto das Escrituras como do registro fóssil, que sugerem algumas características distintivas desse mundo antediluviano:

(1) Temperaturas mais amenas, com menor intervalo entre os máximos e os mínimos; [51]
(2) Ausência de chuva, sendo o principal mecanismo de irrigação da flora pré-diluviana o orvalho que regava a terra; [52]
(3) Ausência de ventos ciclônicos, mas a implicação da presença de suaves brisas; [53]
(4) Um sistema fluviográfico central, originando-se na terra do Éden e dividindo-se em quatro braços que se estendiam a outras terras. Dois braços do sistema "circundavam" (sobhebh, em Hebraico) as terras que regavam; [54]
(5) Pelo menos cinco regiões pré-diluvianas são identificadas – Éden, Havilá, Cuxe, Assíria e Node; [55]
(6) Existia água acima da atmosfera terrestre, possivelmente na forma de uma cobertura localizada em altitude elevada [56], ou como aneis de gelo em órbita em torno da Terra e da Lua; [57] e
(7) Fauna e flora abundante e diversificada [58].

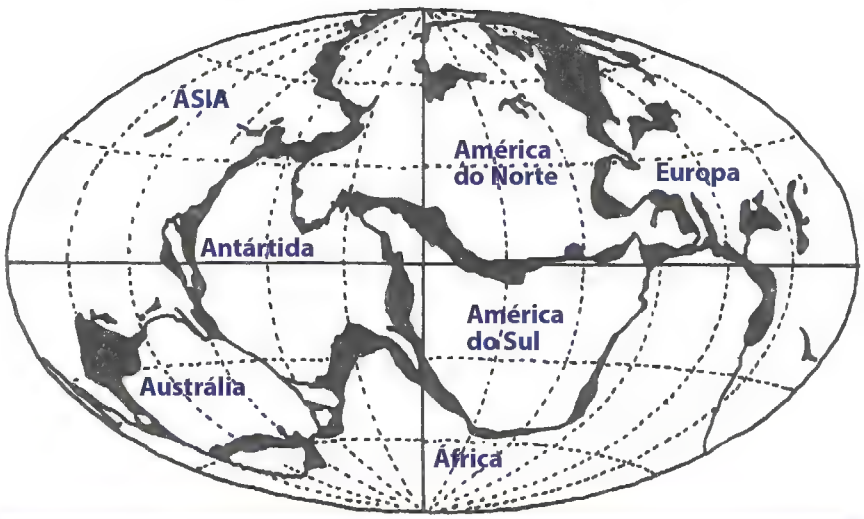


Figura 8 - A redução do raio terrestre para 60 a 70% de seu valor atual resulta em uma paleogeografia dominada pelas massas terrestres, possivelmente separadas por faixas estreitas de mares (Reconstrução conforme Kirillow, I., 1958, no Simpósio sobre a Terra em Expansão, p. 22)

O Dilúvio

O termo "julgamento do Dilúvio" [nas traduções deste termo originalmente usado pelo autor optou-se até agora por usar so-

mente a expressão "Dilúvio".] enfatiza que a causa dessa catástrofe global não foi acidental. O Dilúvio foi ordenado e executado por Deus, não como "um ato da natureza", mas como um ato de juízo contra a rebelião humana dirigida contra Deus e Sua Palavra. As Escrituras registram fielmente a história cronológica desse juízo, de tal forma que esse relato histórico provê uma estrutura com a qual os cientistas estarão seguros para desenvolver modelos da Terra. Outras estruturas extra-bíblicas propostas levarão a becos sem saída, à medida que estejam contrárias às Escrituras. A Tabela seguinte resume cronologicamente alguns eventos significativos ocorridos no Dilúvio, conforme o registro de Gênesis [59].

Cronologia do Dilúvio

SEQUÊNCIA	EVENTOS	REFERÊNCIA
Dia 1	Inicia-se o Dilúvio. Rompem-se as imensas fontes de água subterrâneas, e abrem-se as comportas das águas situadas acima da atmosfera.	Gênesis 7:11
Dia 40	As águas meteóricas, que caíram continuamente durante 40 dias, cessam. Cessa também a liberação das águas subterrâneas. As águas do Dilúvio cobrem as mais altas montanhas arqueanas da Terra pré-diluviana.	Gênesis 7:17 Gênesis 7:18-21
Dia 150	As águas do Dilúvio continuam prevalecendo sobre a terra durante 110 dias. No 150º dia, as águas do Dilúvio começam a baixar. A diminuição do nível das águas foi acompanhada, ou provocada, por um vento ciclônico.	Gênesis 7:18-21 Gênesis 7:24-8:1
Dia 224	Depois de 74 dias os topos das montanhas começam a aparecer.	Gênesis 8:5
Dia 278	Havia se iniciado o crescimento das plantas – a segunda pomba traz um ramo de oliveira para a arca.	Gênesis 8:11
Dia 371	A terra nas imediações da arca está suficientemente seca para permitir o desembarque de pessoas e animais da arca.	Gênesis 8:14
	Completaram-se 221 dias desde que as águas começaram a baixar e 147 dias até que os topos das montanhas surgiram.	

Aumento da Hidrosfera

Dois principais eventos ocorridos durante o Dilúvio resultaram no aumento catastrófico das águas superficiais sobre a Terra – o influxo das águas meteóricas provenientes das camadas acima da atmosfera e o rompimento das "fontes do abismo" [60]. Os criacionistas têm interpretado essas fontes como sendo de águas subterrâneas. O suprimento de água para os grandes braços de rios partindo do Éden, em um ambiente de pouca ou nenhuma chuva, sugere também um abastecimento subterrâneo [61]. Alguns têm sugerido que as águas "das fontes do abismo" foram as que mais contribuíram para o aumento do volume das águas superficiais [62].

A velha ideia de cunho evolucionista, de que os oceanos se originaram da condensação de uma atmosfera primitiva perdeu sustentação durante esta década (1980). Uma hipótese alternativa é que a água do oceano resultou de um defluxo do magma ao ascender ele de profundidades com maiores temperaturas e pressões [63]. Os geoquímicos, por exemplo, observaram que o magma granítico é capaz de reter 6 a 9% de água em solução. Isto se aplica a magmas que se cristalizaram a pressões correspondentes a 1220 até 3650 metros de profundidade, e temperaturas não excedentes a 870 °C [64].

Durante os estágios iniciais do Dilúvio é razoável supor que tanto a água subterrânea "livre" (fonte do orvalho que cobria a terra, e do sistema de rios edênicos), quanto a água plutônica, fossem as águas liberadas pelo rompimento das fontes do abismo. O defluxo do magma também injetaria na atmosfera outros gases além do vapor d'água [65]. Um defluxo rápido significaria que tanto a hidrosfera quanto a atmosfera estariam em desequilíbrio dinâmico, química e fisicamente. O defluxo do magma elevaria também a temperatura das águas crescentes do Dilúvio. As águas plutônicas mais quentes seriam resfriadas pela perda

de calor para a atmosfera, e pela mistura com a água meteórica, com as águas subterrâneas "livres" e com os rios e mares existentes na superfície da Terra pré-diluviana. Poder-se-ia esperar que as águas do Dilúvio fossem assim globalmente mais quentes. Oard propôs um modelo no qual os oceanos mais quentes pós-diluvianos iniciaram a "Idade Glacial" – intensas glaciações no hemisfério norte e calotas polares setentrional e meridional [66].

A Expansão da Terra e as Bacias Oceânicas

Morton considerou a distribuição dos sedimentos deixados pelo Dilúvio. Se os continentes e oceanos existissem durante o Dilúvio como eles são hoje, a dinâmica da sedimentação exigiria a deposição dos sedimentos de maior granulometria nas bacias oceânicas. Como acontece o contrário, Morton conclui que as bacias oceânicas se formaram após o Dilúvio. Além do mais, o perfil global moderno dos sedimentos sugere para a terra coberta pelas águas do Dilúvio um raio com o valor igual a aproximadamente 58% do atual [67].

Se os oceanos tivessem sido formados realmente depois que a principal carga de sedimentos continentais tivesse se depositado, os sedimentos oceânicos de menor granulometria e "mais jovens" poderiam ser explicados. As bacias oceânicas ter-se-iam formado entre os continentes à medida que a Terra se expandisse. Esta expansão defasada implicaria que durante os estágios iniciais do Dilúvio, a liberação tanto das águas plutônicas quanto das águas subterrâneas "livres" teria ocorrido ou antes da expansão da Terra, ou numa proporção mais rápida. O atual volume da água oceânica em uma Terra de menor raio (60% do raio atual) resultaria numa profundidade média de aproximadamente 7 a 10 quilômetros [68]. Esta profundidade para as águas do Dilúvio é sem dúvida excessiva, de tal forma que a expansão da Terra poderia já estar ocorrendo durante os 40 dias iniciais do Dilúvio. Entretanto, se essa expansão inicial tivesse realmente ocorrido, ou ela teria cessado após os 40 dias, ou tanto a expansão como a produção das águas plutônicas teriam ocorrido em proporções equivalentes, mantendo assim o nível das águas do Dilúvio por mais 110 dias subsequentes (ver a Tabela na página anterior). A taxa do defluxo proveniente das rochas do manto depende de vários fatores, como por exemplo a solubilidade e os gradientes de temperatura e pressão [69]. A sugestão de mecanismos geoquímicos para a produção das águas plutônicas em um modelo de Terra em expansão está além do escopo deste artigo.

O Salmo 104 provê informação adicional sobre os acontecimentos ocorridos durante esses 221 dias nos quais as águas minguaram sobre a terra:

(1) O versículo 6 afirma que as águas do Dilúvio envolveram toda a Terra, cobrindo as montanhas arqueanas (pré-diluvianas);
(2) O versículo 7 afirma que as águas do Dilúvio começaram a minguar somente após a intervenção divina, batendo em retirada rapidamente uma vez tendo Deus dado a ordem;
(3) O versículo 8 acrescenta que as águas do Dilúvio escoaram sobre as montanhas e desceram aos vales (depressões provocadas pelas tensões na crosta) à medida que minguaram nos continentes; e
(4) O versículo 9 sugere que existe um limite geológico, de tal maneira que as águas do Dilúvio, coletadas nas bacias oceânicas, jamais poderão novamente cobrir as massas de terra continentais.

A expansão da Terra teria resultado na dispersão dos continentes. A natureza dramática dessa dispersão pode ser vista mediante a comparação entre a paleogeografia da Terra com um raio menor (Figura 8) e a projeção da Terra com suas dimensões atuais (Figura 4). Onde a litosfera continental se fendeu, surgiu nova crosta oceânica. As bacias oceânicas basálticas formaram-se com as águas do dilúvio retraindo-se para expor nova terra seca. À medida que a expansão continuasse, a força gravitacional chegaria a predominar. ... Carey observou que as placas da litosfera descritas pela teoria da tectônica de placas poderiam realmente representar "polígonos primários" (Figura 4) com suas fronteiras de atividade tectônica e sísmica correspondendo a zonas de fluxo vertical de magma [70]. Os polígonos primários estendem-se por milhares de quilômetros e podem representar rupturas do manto todo até o núcleo fluído. Esses polígonos primários, submetidos a forças de tração e a forças gravitacionais, são forçados a se fracionarem em polígo-

nos menores, de segunda ordem, estendendo-se por centenas de quilômetros, representando ajustes de tensões até a astenosfera do manto [71]. Holmes identificou esses polígonos de segunda ordem como "bacias e elevações" [72]. Carey argumenta que essas bacias resultam não de depressões de superfície, mas de uma defasagem na sobrelevação à medida que a Terra se expande. As elevações, por outro lado, são regiões de atividade tectônica mostrando sismicidade de fundo, maior fluxo de calor, falhas, e alguma formação de vales de depressão (Figura 9).

Figura 9 - Configuração de bacias e elevações dos "polígonos secundários", representando ajustes da tensão de tração resultantes da expansão da Terra até a astenosfera do manto (*Apud* Holmes, 1945, em "The Expanding Earth", p. 42).

A configuração poligonal predomina na superfície da Terra. Numa análise estatística dos comprimentos e ângulos das várias fronteiras poligonais, Richard fez a seguinte observação:

A preponderância das interseções próximas de 120° sugere que, como no caso de sistemas poligonais em outros materiais, como por exemplo lama, "permafrost", basaltos, etc, esses polígonos foram formados em campos de tensões de tração [73].

Enquanto a Terra se expandia, os continentes se dispersavam, as bacias oceânicas se formavam e a água retrocedia das plataformas continentais.

Impactos de Asteroides

Existem amplas evidências, provenientes de crateras fósseis, de que, durante o Dilúvio, a Terra (na realidade o Sistema Solar) esteve exposta a um intenso influxo de corpos asteroidais [74].

Comparando-se a Terra com o seu vizinho mais próximo, a Lua, surpreendentemente verifica-se aqui a existência de muito poucas grandes estruturas de impacto. Isto melhor se explica raciocinando-se que as evidências dos impactos que ocorreram durante o Dilúvio seriam destruídas juntamente com o resto do mundo antediluviano. Somente deixariam sua marca os impactos que ocorreram em terra firme, após as águas do Dilúvio terem retrocedido suficientemente. Os impactos de asteroides poderiam ter contribuído com intenso fluxo de calor durante o Dilúvio [75]. A energia liberada poderia ter enfraquecido o manto, provocando o início de outras forças expansivas, e assim acelerado a redução do nível das águas do Dilúvio. Quando as águas do Dilúvio começaram a minguar, Gênesis aponta para um grande vento associado a esse evento [76]. Tempestades de vento ciclônicas poderiam ser preditas a partir de alterações no aquecimento da atmosfera resultante de intensos encontros com asteroides durante o Dilúvio.

Depressões do Quaternário

Forças de tração e de gravitação continuaram atuando depois que a água recuou para além das plataformas continentais enchendo as bacias oceânicas. Essa atividade tectônica pós-diluviana continua até o presente, embora com intensidade muito reduzida. Os principais focos de atividade tectônica concentram-se precipuamente nas fronteiras poligonais (Figura 4). Como sugerido previamente, os oceanos aquecidos aceleram as rápidas glaciações pós-diluvianas. As configurações climáticas globais teriam variado de década em década à medida que as circulações oceânica e atmosférica se ajustassem à alteração da geografia e à mudança dos gradientes da temperatura. Alguns grandes impactos de asteroides teriam continuado a ocorrer nesse "Período Quaternário".

Após a confusão das línguas em Babel, a população humana migrou da Mesopotâmia para regiões inexploradas, adaptando-se a um estilo de vida baseado na caça e na coleta de alimentos enquanto continuava a se deslocar em direção a novos ambientes. Aparentemente deveria existir um clima mais suave nas regiões setentrionais, permitindo que grandes manadas de animais adaptados a clima mais frio, tais como o mamute e o rinoceronte lanudo, pastassem nas tundras e nos prados das estepes, da Sibéria ao Alasca [77]. No hemisfério sul, a Austrália era muito mais úmida do que hoje, e regiões agora desérticas eram locais onde existiam cadeias de lagos de água doce [78]. A mega-

fauna, incluindo mastodontes, preguiças gigantes e cangurus gigantes, viveu após o Dilúvio, adaptando-se às regiões para onde migrou após o Dilúvio.

A Extinção da Época de Pelegue

Outro artigo apresentará evidências a favor de um curto episódio de atividade tectônica concentrada que ocorreu logo após ter-se iniciado a dispersão de Babel. O resultado global foi a penúltima glaciação verificada no hemisfério norte, e a rápida desertificação em todas as áreas do sul, com a súbita extinção da megafauna, bem como de algumas espécies de menor porte. Muitas manadas de herbívoros gigantes adaptados ao clima frio do norte foram congeladas repentinamente [79]. No hemisfério sul morreram os marsupiais gigantes da Austrália à medida que os lagos de água doce rapidamente secavam e as terras de pastagens circundantes tornavam-se áridas [80].

A extinção da época de Pelegue foi catastrófica e ligada à rápida mudança do clima. Podem ser verificadas depressões causadas por esforços de tração na crosta após o Dilúvio em ampla escala nos continentes, como por exemplo, na África, o Vale da Depressão (*Rift Valley* da África Oriental). Evidencia-se atividade vulcânica ao longo das fronteiras das características poligonais primárias e ao longo de algumas características "onduladas" dos polígonos secundários. As alterações do nível do mar, isolando a parte continental pós-diluviana existente entre a Ásia e as Américas, e depressões separando a Austrália da Indochina são eventos que possivelmente ocorreram durante a vida de Pelegue. Atividades geológicas pós-diluvianas como estas poderiam ter dividido as regiões geográficas e isolado populações humanas e animais, o que poderia explicar muitos enigmas biogeográficos que preocupam hoje os biólogos.

Referências

(1) "Povos paleo-históricos" é um termo usado para substituir o falso conceito de "povos pré-históricos". Nunca houve um período da história humana anterior à história, ou seja, "pré-histórica". A Palavra de Deus registrou fielmente a história da humanidade desde a Criação. "Paleo-história" refere-se àqueles povos que existiram tanto antes quanto depois do Dilúvio, anteriormente ao chamado "período histórico" em que começaram a ser preservados os escritos humanos das antigas culturas.

(2) "Lifeway", ou seja "modelo de vida", é um termo cunhado para referir-se ao comportamento de um povo em sua interação com a cultura e o ambiente.

(3) Unfred, D., Paleohistoric peoples and fossil apes. Monografia inédita disponível mediante solicitação ao autor.

(4) Morton, G., 1983: The Flood on an expanding Earth. *Creation Research Society Quarterly*, 19:219-224.

(5) Carey, S., 1983: Evolution of beliefs on the nature and origin of the Earth. *in* Carey, S., (ed.), *Expanding Earth symposiym*, University of Tasmania, pp. 3-7.

(6) Hallam, A., 1975: Alfred Wegener and the hypothesis of continental drift. Continents adrift and continents aground, W. H. Freeman and Company: San Francisco, pp. 8-17.

(7) *Ibid.* p. 11.

(8) Uyeda, S., 1979. The new view of the Earth, W. H. Freeman and Company: San Francisco.

(9) Carey, *Op cit.*

(10) Carey, S., 1983: Tethys and her forebears. *in* Carey, S., (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 169-187. Carey, Op. cit. (reference 5).

(11) Hallam, A., 1972: Continental drift and the fossil record. Continents adrift and continents aground, W. H. Freeman and Company: San Francisco, pp. 186-195.

(12) Hallam, 1975: *Op. cit.*

(13) *Ibid.*

(14) Carey, S., 1976. The expanding Earth, Elsevier: Amsterdam, pp. 6, 9.

(15) Uyeda, *Op. cit.*

(16) Hallam, 1972: *Op. cit.*

(17) Holmes, A., 1945. Principles of physical geology, T. Nelson and Sons: London.

(18) Toksoz, M., 1975: The subduction of the lithosphere. Continents adrift and continents aground, W. H. Freeman and Company: San Francisco, pp. 112-122.

(19) Drake, C., and J., Maxwell, 1981: Geodynamics – where are we and what lies ahead? *Science*, 213:15-22.

(20) Carey, S., 1983: The necessity for Earth expansion. *in* Carey, S., (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 375-393.

(21) *Ibid*, p. 382.

(22) *Ibid.*

(23) Scholl, D., R. von Harene, and J. Ridlon, 1968: Spreading of the ocean floor – undeformed sediments in the Peru-Chile trench. *Science*, 159:869-871.

(24) Scholl, D., and T. Vallier, 1983: Subduction and the rock record of the Pacific margins. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*. University of Tasmania, pp. 235-245.

(25) Carey, *Op. cit.* (referência 20).

(26) McKenzie, D., and F. Richer, 1976: Convection currents in the Earth's mantle. *Scientific American*, 235:72-89.

(27) Uyeda, *Op. cit.* p. 178.

(28) Ibid.

(29) Anderson, O., 1981: A decade of progress in Earth's internal properties and processes, *Science*, 213:76-82.

(30) Brunnschweiler, R., 1983: Evolution of geotectonic concepts in the past century. *in* Carey, S (ed.), *Expanding Earth Symposium*. University of Tasmania, pp. 9-15.

(31) Carey, S., 1983: *Op. cit.*

(32) Meyerhoff, A. A., and H. A. Meyerhoff, 1972: The new global tectonics: major inconsistencies. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 56:269-336.

(33) Carey, 1976: *Op. cit.* p. 435.

(34) Johnston, C., 1983: The Timor enigma – continental collision or expanding Earth? *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, p. 148.

(35) Carey, 1976: *Op. cit.* p. 24.

(36) Vogel, K., 1983: Global models and Earth expansion. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 17-27.

(37) Carey, 1983: *Op. Cit.* (referência 20).

(38) Owen, H., 1983: Ocean-floor spreading evidence of global expansion. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 31-58.

(39) Stocklin, J., 1983: Himalayan orogeny and Earth expansion. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 119-130.

(40) Brunnschweiler, *Op. cit.*

(41) Milanovsky, W., 1980: Problems of the tectonic development of the Earth in the light of concepts on its pulsation and expansion. *Revue de geologie dynamique et de geographie physique*, 22:15-27.

(42) Carey, 1983: *Op. cit.* (referência 20).

(43) Holmes, A., 1965. Principles of physical geology, 2ª ed., Nelson: London.

(44) Anderson, A., 1975: Some basaltic and andesitic gases. *Reviews of geophysics and space physics*, 13:37-55.

(45) Dailey, D., and A. Stewart, 1983: Problems of ocean water accumulation on a rapidly expanding Earth. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 67-69.

(46) Burdick, C., 1980: A critical look at plate tectonics and continental drift. *Creation Research Society Quarterly*, 17:111-114.

(47) Howe, G., 1979: Biogeography from a creationist perspective I: Taxonomy, geography, and plate tectonics in relation to created kinds of angiosperms. *Creation Research Society Quarterly*, 16:38-43.

(48) Tippetts, M., 1979: Pangaea shattered. *Creation Research Society Quarterly*, 16:7-15.

(49) Morton, G., 1981: Creationism and continental drift. *Creation Research Society Quarterly*, 18:42-45.

(50) Ibid, p. 43.

(51) Whitcomb, J., and H. Morris., 1961. The Genesis Flood, The Presbyterian and Reformed Publishing Company: Philadelphia, p. 243.

(52) Ibid, p. 241.

(53) Patten, D., 1977: Millennial climatology. *in* Patten, D. (ed.), *Symposium on Creation VI*, Baker Book House: Grand Rapids, pp. 29-55.

(54) Gênesis 2:10-14.

(55) Gênesis 2:10-14, 4:16.

(56) Dillow, J., 1979: Scripture does not rule out a vapor canopy. *Creation Research Society Quarterly*, 16:171-173.

(57) Morton, G., 1979: Can the canopy hold water? *Creation Research Society Quarterly*, 16:164-169.

(58) Whitcomb and Morris, *Op. cit.* pp. 275-281.

(59) Ibid, p. 3.

(60) Ibid, pp. 76-77.

(61) Femor, J., 1977: Paleoclimatology and infrared radiation traps: Earth's antediluvian climate. *in* Patten, D. (ed.), *Symposium on Creation VI*, Baker Book House: Grand Rapids, pp. 15-27.

(62) Whitcomb and Morris, *Op. cit.* p. 389.

(63) Bullard, F., 1977. Volcanoes of the Earth, University of Texas Press: Austin, p. 33.

(64) Krauskopf, K., 1967. Introduction to geochemistry, McGraw Hill Book Company: New York, pp. 430-432.

(65) Bailey and Stewart, *Op. cit.*

(66) Oard, M., 1979: A rapid post-Flood ice age. *Creation Research Society Quarterly*, 16:29-37.

(67) Morton, R., 1980: Prolegomena to the study of the sediments. *Creation Research Society Quarterly*, 17:162-167.

(68) Bailey and Stewart, *Op. cit.*

(69) Ibid.

(70) Carey, 1976: *Op. cit.* pp. 42-43.

(71) Ibid, p. 43.

(72) Ibid, p. 42.

(73) Rickard, M., 1967: The polygonal tessellations of the Earth's crust and their bearing on continental reconstructions. *Third Gondwana Symposium, Montevideo*, pp. 1-7.

(74) Unfred, D. 1984. Asteroidal impacts and the Flood-Judgment. *Creation Research Society Quarterly*, 21:82-7.

(75) Dachille, F., 1983: Great meteorite impacts and global geological responses. *in* Carey, S. (ed.), *Expanding Earth Symposium*, University of Tasmania, pp. 267-276.

(76) Gênesis 8:1.

(77) Flint, R., 1971. Glacial and quaternary geology, John Wiley and Sons: New York, pp. 536, 747-750.

(78) Jones, R., 1979: The fifth continent: problems concerning the human colonization of Australia. *Ann. Rev. Anthropol.*, 8:445-466.

(79) Nelson, B., 1931. The Deluge story in stone, Baker Book House: Grand Rapids, pp. 118-119.

(80) Jones, *Op. Cit.*

MORFOLOGIA E CATASTROFISMO

MONTANHAS, METEORITOS E TECTÔNICA DE PLACAS

O conceito de tectônica de placas, com o seu corolário da deriva continental, tem sido esposado por vários criacionistas. Os adeptos da Tectônica de Placas catastróficas poderiam aceitar os processos envolvidos no deslocamento das placas tectônicas reduzidos a uma escala de tempo mais condensada e supor que as cadeias de montanhas, em sua maior parte, surgiram após o Dilúvio em resultado de um rápido deslocamento continental que possivelmente tivesse sido detonado e motivado por impactos astrais.

Bernard E. Northrup

Doutor em Teologia e conferencista sobre assuntos ligados a Ciência e Bíblia. Estudou Geologia durante 35 anos, iniciando muitos estudantes na Geologia de campo. Professor de Bíblia e de línguas, e Reitor acadêmico no "Shasta Bible College".

Introdução

O conceito de tectônica de placas, com o seu corolário da deriva continental, tem sido esposado por vários criacionistas, que procederam sua adaptação para adequá-la ao curto intervalo de tempo do catastrofismo que postula uma Terra recente - Northrup (1968, 1970, 1977, 1980), Austin (Nevins) (1978), Tippetts (1979), Elliott (1977) e Hansen (1983). Com base nas evidências de que os continentes no início foram unidos, com o leito do mar se expandindo posteriormente, esses autores, juntamente comigo, divisaram uma deriva continental abrupta, com a separação dos continentes ocorrendo muito mais rapidamente do que seria permitido por nossos colegas uniformistas. Minha conclusão é que as evidências físicas a favor de um rápido movimento de placas são encontradas praticamente universalmente.

O cenário da tectônica de placas tem sido aplicado também sob o ponto de vista criacionista para a origem e a distribuição dos vegetais - Howe (1979) e Northrup (1979). Northrup (1977, 1979) e Hansen (1983) avaliaram também as divisões das raças humanas em termos de uma rápida movimentação continental.

Ao discutir o papel da tectônica de placas na formação de montanhas após o dilúvio, não deixo de crer que houve um período de orogenia bastante importante durante o terceiro dia da criação (Gênesis 1:9-11), assunto sobre o qual estou preparando um artigo específico.

As separações dos continentes ocorreram durante o Dilúvio ou posteriormente?

Ao voltar-se para a literatura criacionista sobre a tectônica, o leitor deve ter em mente que alguns criacionistas - por exemplo Nevins (1978) e Barker (1977) - têm desenvolvido considerações teóricas defendendo que a separação dos continentes ocorreu durante o Dilúvio. Acredito, entretanto, que ela tenha ocorrido algum tempo após o Dilúvio, como já tive ocasião de afirmar:

A identificação da separação dos continentes com a ocorrência do Dilúvio ignora as evidências óbvias existentes na África, em Israel, no Líbano e na Turquia, de que a Grande Depressão Africana e sua ex-

tensão setentrional foram formadas muito depois da emergência daquelas áreas acima do nível do mar. Seja ou não já adequadamente identificado com Jobab (Gênesis 10:29), conforme sugestão minha, o livro de Jó não deixa de conter uma notável quantidade de referências a depressões, diastrofismo, intensa atividade de marés e fenômenos semelhantes. Insisto que isso exige a presença humana na Palestina durante os últimos estágios da separação dos continentes. E não devemos ignorar o fato de que a Depressão do Jordão atravessa estruturas paleozoicas e mesozoicas. Ela foi formada bem depois de terem sido depositadas essas estruturas pelo Dilúvio Bíblico e após o recesso gradual das águas. Os depósitos paleozoicos em Israel indicam que o mar avançou e recuou repetidamente, pois os estratos do Paleozoico recente ocorrem entre camadas de rochas de terra firme. O mesmo é verdade para os depósitos mesozoicos, mas aqui os avanços do mar são menos frequentes, e são entremeados de depósitos resultantes de erosão eólica e superficial nos arenitos da Núbia. Ambas as séries de depósitos devem relacionar-se com Gênesis 7:21-8:3. (Northrup (1977) pp. 2-6.)

Devo acrescentar que o Mesozoico apresenta evidências de relacionamento com o longo período de retração das águas do Dilúvio, concluo eu, que durou vários séculos. Estou preparando também um outro artigo sobre a improbabilidade de a orogenia ter ocorrido durante o Dilúvio.

Se a separação dos continentes tivesse ocorrido ao mesmo tempo que o Dilúvio, dever-se-ia esperar que o fundo dos oceanos contivesse hoje depósitos paleozoicos (originados pelo Dilúvio). Como existem muito poucos sedimentos paleozoicos nas bacias oceânicas, as migrações dos continentes devem ter ocorrido bem depois do Dilúvio. Como aquilo que os geólogos uniformistas chamam de "Paleozoico" são os depósitos do Dilúvio, estou usando os termos "Mesozoico" e "Cenozoico" com referência aos períodos de sedimentação relativamente curtos posteriormente ao Dilúvio, com duração de somente centenas de anos, e envolvendo eventos tais como ondas de marés, tempestades de vento, formação de montanhas e ação glacial (Northrup, 1977). As camadas "precambrianas" relacionam-se, assim, com eventos anteriores ao Dilúvio.

Possivelmente o calor subterrâneo resultante ajudou a formação das montanhas

Existe uma tremenda quantidade de calor subterrâneo que tem sido liberada através da crosta nas grandes comoções vulcânicas terrestres. Ao se examinarem as rochas extrusivas que cobrem milhões de quilômetros quadrados de superfície continental e que levantaram enormes cadeias de montanhas e formaram vastos planaltos e plataformas insulares, deve-se questionar a sua origem. Trincheiras, soerguimentos, acavalamentos, extrusões e explosões do Mesozoico e do Cenozoico, constituem um poderoso testemunho do fato de que algo gerou enorme quantidade de calor desde meados do Jurássico até o período recente do Cenozoico. Se o Criador tivesse separado os continentes rapidamente, teria sido gerado bastante calor. Durante os anos pós-diluvianos este excedente de calor pode ter sido o instrumento em Suas mãos para a elevação de cadeias de montanhas, planaltos e plataformas insulares.

Possivelmente o vulcanismo pós-diluviano foi a causa da Idade Glacial

O efeito da vasta quantidade de calor produzida pelo movimento dos continentes alguns séculos após o Dilúvio teve sua parte na configuração da catástrofe climática que afetou a Terra no decorrer de várias gerações. Creio que também tenha sido o estopim de uma "idade glacial" talvez durante a geração que constantemente é mencionada no livro de Jó. Minha discussão desse fato e das implicações de algumas evidências tem sido grandemente ignorada ou deixada de lado pelos criacionistas.

Minha conclusão é que os acontecimentos ocorreram da forma seguinte: As enormes extrusões de rocha fundida aumentaram as temperaturas locais, tanto no fundo do mar quanto na superfície dos continentes, o que foi acompanhado pela injeção de muitos bilhões de metros cúbicos de vapor superaquecido na atmosfera. Isso foi também acompanhado por vastas explosões de matéria particulada injetada na atmosfera. As explosões de Krakatoa, do Vale dos 10.000 Fumos, de Santa

Helena, de Lassen, e de milhões de outras chaminés vulcânicas que têm proliferado na crosta terrestre, todas contribuíram com seus resíduos para o aumento da densidade da camada de vapor d'água atmosférica. Estas condições atmosféricas desenvolvidas continuamente desde o início do Cenozoico até a sua precipitação, atingiram um clímax. As temperaturas diminuíram continuamente após o fim do período Cretáceo. No início do período Pleistoceno as condições se tornaram tão severas que alteraram totalmente o albedo terrestre. O calor solar, tão necessário para a manutenção das temperaturas da superfície se reduziu tão drasticamente que se iniciaram as maiores tempestades de neve. Áreas mais temperadas sofreram as maiores precipitações de chuva. Grandes gargantas como o *Black Canyon* do Gunnison, o *Green River Canyon*, as gargantas dos rios Snake e Columbia, e o *Grand Canyon*, foram esculpidas através de estruturas sedimentares estabilizadas, pelo rápido deslocamento das massas de gelo derretido e da chuva, e pela drenagem abrupta das bacias de precipitação.

Seria mera coincidência que os grandes vulcões da Terra tenham sido erodidos e sofrido a atuação de massas de gelo em deslocamento, após sua formação? Ou existirá nisso uma relação de causa e efeito? Seria mera coincidência que a Depressão Africana estendendo-se até o Jordão, resultante da lenta separação das placas tectônicas, tenha sido severamente erodida ao longo de suas extremidades por intensa precipitação, e suas extensas fossas ou "grabens" frequentemente preenchidas por aquela precipitação para formar grandes lagos pós-diluvianos com dezenas de metros de profundidade? Ou essas evidências constituem um testemunho da relação entre causa e efeito com base bíblica? Seria mera coincidência que as extremidades das grandes placas continentais foram as que mais sofreram grandes distorções? Ou é esta uma das múltiplas evidências de que algo, alguma poderosa fonte de energia não identificada, praticamente além da imaginação humana, foi utilizada pelo Senhor para "... estabelecer os limites da habitação da raça humana?" (Atos 17:26)

Os leitores interessados verificarão que em um ensaio anterior tive oportunidade de tratar extensivamente desse importante vínculo entre o vulcanismo e o gelo no mundo pós-diluviano (Northrup, 1977). Hansen (1983), em seguida, também argumentei que muitas montanhas foram formadas pelo surgimento rápido de falhas geológicas, e que mesmo o congelamento dos mamutes (como o de Beresovka) deve ter conexão com a tectônica de placas:

> *A própria condição do animal (o mamute), juntamente com as circunstâncias envolvendo a sua morte, indica uma situação muito pouco usual experimentada então, possivelmente uma atividade tectônica violenta e extensa. (p. 207)*

A tectônica de placas morreria por falta de um mecanismo adequado?

Criacionistas como C. L. Burdick (1980) e R. Daly (1984) têm afirmado que, independentemente das tentadoras evidências que aparecem nos fósseis ou na configuração geográfica para encaixar os continentes entre si, toda tectônica de placas falha em virtude da ausência de um mecanismo suficiente para provocar as falhas geológicas e o movimento das placas. O que na Terra ou no Universo poderia ter gerado as forças titânicas necessárias para provocar tão enormes deslocamentos? O que poderia ter deslocado a América do Sul para o oeste com tanta força que chegasse a ocasionar a Trincheira de Humboldt, a grande depressão que bordeja e segue a cadeia sinuosa das cordilheiras situada em sua extremidade? O que poderia ter gerado a onda de choque necessária para deslocar a África para o leste e também centenas de quilômetros para o norte?

Este problema do mecanismo constitui a questão crucial enfrentada por quem quer que postule grandes deslocamentos das placas tectônicas, tanto no ritmo *largo* dos uniformistas quanto na transição *vivace* necessária para o cenário adaptar-se à história bíblica. Não existe na Terra força alguma capaz de produzir tão enorme energia cinética.

O catastrofismo de origem astral foi a principal força que provocou o deslocamento dos continentes

Se a tectônica de placas for na realidade o modelo correto para a explicação da formação das montanhas, devemos então procurar no Universo as forças envolvidas. Talvez como cria-

cionistas devamos nos sentir culpados por ignorar as astutas observações de Alan O. Kelly, colaborador de Dachille (1953), astro-geólogo bastante conhecido, docente na Pennsylvania por muitos anos. Desde seu primeiro trabalho em colaboração com Dachille, Kelly escreveu vários ensaios apoiando e expandindo suas conclusões iniciais de que a Terra tem sido submetida à ação intensa e severa de impactos astrais, tanto quanto a superfície lunar (1963, a,b,c; 1966; 1985). Uma de suas proposições é que o grande círculo da baía de Hudson é o local de um antigo impacto. Tenho a impressão de que isso possa estar relacionado com uma breve onda de movimento continental que ampliou e aprofundou o fundo dos oceanos ao receberem o deflúvio dos continentes. Por outro lado, o cometa responsável por esse impacto, poderia alternativamente estar relacionado com o surgimento do grande continente único original, no terceiro dia da Criação - evento que levou à criação de alguns dos estratos do assim chamado Pré-Cambriano.

Kelly acha também que o golfo do México foi o local de um gigantesco impacto, com toda a probabilidade formado na violenta e crucial transição entre as "eras" Mesozoica e Cenozoica - que eu localizaria nos anos subsequentes ao Dilúvio.

Kelly alude a outro possível local de impacto, bastante interessante, na costa sudeste dos Estados Unidos, que, na minha opinião, pode ter provocado a depressão no médio Oceano Atlântico. Ele aponta para a orientação arqueada dos Apalaches e das montanhas Endless da Pennsylvania como evidência favorável, e mostra que esses acidentes alinham-se sobre um círculo com centro nas ilhas Bermudas, especulando então que elas possam ter resultado como as montanhas semelhantes existentes nos locais de impacto no centro dos mares lunares.

Tenho também refletido sobre os notáveis granitos encontrados no centro da Geórgia, no Maine e na Pennsylvania, e estou inclinado a considerar a possibilidade de que eles constituam material da crosta reciclado, na forma de diques e domos intrusivos situados sob a beira da cratera provocada pelo impacto. Esta cratera de impacto explicaria também o endurecimento pós-diluviano dos leitos de linhito transformados em antracito nas encostas do leste, ao contrário do que ocorre mais ao oeste onde, nas camadas mais profundas, os carvões moles dão lugar ao linhito. Se a costa leste for realmente uma borda de cratera, esse fato pode ter sido grandemente obscurecido por imensas tsunamis provocadas pelo movimento de separação dos blocos continentais. Um impacto possível nesse local poderia ter fornecido a energia no momento necessário para provocar o grande processo de fraturamento da crosta. Unfred (1984) divisou também a possibilidade de que impactos de asteroides tenham deslocado o eixo de rotação da Terra, o que, conforme ele, teria levado ao fraturamento, compressão e formação das montanhas.

Minhas afirmações a respeito desses propostos laços entre impactos astrais e a migração dos continentes são feitas com alguma hesitação e questionamento. Pode-se pensar, por exemplo, como a própria vida poderia ter sido preservada durante tais eventos catastróficos. A esse respeito pode-se lembrar da recente discussão efetuada nos meios científicos sobre os perigos de uma guerra nuclear que poderia afundar a Terra em um prolongado inverno ou idade glacial.

É de se destacar como os uniformistas se tornam catastrofistas facilmente ao considerarem como os continentes se separaram e as montanhas se formaram. Não obstante, fazem eles objeção ao Criador permitir catástrofes para "estabelecer os limites da habitação da raça humana" (Atos 17:26). Existe, entretanto, um problema na nossa abordagem criacionista. Ao examinar, correlacionar e digerir a grande massa de evidências espalhadas em todo o mundo a favor do catastrofismo, detemo-nos sobre nossas teorias preferidas, considerando os pronunciamentos de nossos favoritos teóricos cristãos como sendo o produto inviolável da inspiração. Nesse sentido temos a tendência de nos tornarmos notavelmente uniformistas, e mais dogmáticos do que os pesquisadores uniformistas a cujas conclusões nos opomos tão vigorosamente. Portanto, um Simpósio como este, no qual vários participantes pacientemente compartilham e comparam suas diferentes opiniões sobre a orogenia, do ponto de vista criacionista, apresenta um considerável valor para a pesquisa.

Sumário

Existem muitos livros e artigos nos quais seus autores têm tentado mostrar como as várias cadeias de montanhas e planaltos do sudoeste da América do Norte foram formados pela migração dos continentes. O leitor poderá consultar Nations e Stump (1981) e Chronic (1983) como exemplos. O advogado da tectônica de placas catastróficas, como eu mesmo, poderia simplesmente ratificar esses mesmos processos reduzidos a uma escala de tempo bem mais resumida, e poderia supor que as cadeias de montanhas em sua maior parte surgiram após o Dilúvio em resultado desse rápido deslocamento continental que possivelmente foi detonado e motivado por impactos astrais.

Referências

(1) CRSQ - Creation *Research Society Quarterly*.

(2) Burdick, C. L. 1980. A critical look at plate tectonies. *CRSQ* 17:111-14.

(3) Chronic, H. 1983. Roadside geology of Arizona Mountain. Press Publishing Company Missoula, MT.

(4) Daly, R. 1984. It's science fiction, it's a fraud. James J. Kelly Publisher. Little Rock, AR.

(5) Elliott, W. 1977. Peleg, Pangea, and plate tectonics. *The Baptist Bulletin*, February. 8-10.

(6) Hansen, P. S. 1983. The necessity of continental relocation in the creationist model. *CRSQ* 19:206,25.

(7) Howe, G. F. 1979. Biogeography from a creationist perspective I: taxonomy, geography, and plate tectonics in relation to created kinds of angiosperms, *CRSQ*, 16:38-43.

(8) Kelly, A. O. and F. Dachille. 1953. Target earth. Publicação pessoal dos autores. P. O. Box 1065, Carlsbad, CA, 92008.

(9) 1963a. Meteoritic collision: a dynamic force in earth history. Publicação pessoal dos autores.

(10) 1963b. Erratic sediments. Publicação pessoal dos autores.

(11) 1963c. Meteoritic Kettle: a consideration of their origin. Publicação pessoal dos autores.

(12) 1966. Continental drift, a cometary impact phenomenon. Publicação pessoal dos autores.

(13) 1985. Impact geology. Western Enterprises. Anaheim Hills, CA.

(14) Nations, D. and E. Stump. 1982. Geology of Arizona. Kendall / Hunt Publishing Company, Dubuque, IA.

(15) Nevins, S. 1978. Continental drift, plate tectonics, and the Bible. (*in*) "*Up with creation*", Gish D. T. and D. H. Rohrer, Editors. Creation Life Publishers. San Diego, CA, p. 178.

(16) Northrup, B. E. 1968. Harmonizing geology with Genesis. Gráficos e mapas publicados em Julho de 1968 para ilustrar minhas conferências criacionistas. Disponível sob solicitação ao autor.

(17) 1970. Book Review. Franciscan and related rocks and their significance in geology of western California. *CRSQ*, 6:161.71.

(18) 1977. A critique of the contemporary division/Flood model. *Bible Science Newsletter*, 15(12):2ff.

(19) 1979. Continental drift and the fossil record, from *Repossess the land*. Bible Science Association, Minneapolis, MN. pp. 165-70.

(20) Tippetts, M. W. 1979. Pangea shattered. *CRSQ*, 16:7-15.

(21) Unfred, D. W. 1984 Asteroidal impacts and the Flood-judgment. *CRSQ*, 21:82-7. [Artigo publicado neste número da Folha Criacionista],

FORMAÇÃO DE CRATERAS DE IMPACTO

(Esta Nota foi acrescentada à primeira edição deste número da Folha Criacionista)

Ilustração da formação de crateras de impacto na superfície da Terra em função do tamanho do meteorito

MORFOLOGIA E CATASTROFISMO

VARIAÇÃO E FIXIDEZ NA CLIMATOLOGIA

O clima envolve muitos mecanismos de reabilitação interligados entre si. A sua complexidade levanta questões relacionadas com as atuais previsões de alterações climáticas. Defende-se a ideia de que se encontram embutidos nesses mecanismos limites para grandes variações climáticas.

Ted Aufdemberge

Ph. D. e colaborador da *Creation Research Society.*

Introdução

Ultimamente tem despertado considerável interesse o assunto do "aquecimento global" e a teoria do "efeito estufa" relacionados com as alterações climáticas. Modelos computacionais voltados à "circulação geral" têm sido desenvolvidos visando prever os efeitos que o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera poderá exercer sobre o clima futuro da Terra. Sem exceção, esses modelos predizem que a temperatura média terrestre aumentará, de 1 a 5°C. Os climatologistas ficam embaraçados ao comparar essas predições com a realidade. A teoria do efeito estufa é tão verossímil, e as predições feitas com base nela são tão lógicas, que os cientistas não se preocupam em verificar se os modelos nela baseados são realmente corretos. Na realidade, um estudo dos registros meteorológicos efetuados no decorrer do último século, com dados provenientes do mundo todo, sugere que a maioria das predições feitas peca por excesso.

Uma pesquisa bibliográfica indica que as explicações dadas pelos climatologistas quanto ao porquê de as predições serem superestimadas podem ser classificadas em cinco grupos distintos. Um desses grupos, creio eu, é de interesse especial para os criacionistas, pois nele se enquadram os que acreditam que existem embutidos na natureza mecanismos que impedem que a alteração do ambiente climático terrestre (caso ela venha a ocorrer) possa se dar de forma drástica. Os climatologistas classificados nesse grupo concluem que, para cada realimentação positiva, existe também uma realimentação negativa, ou um conjunto de realimentações negativas, que mantém a temperatura terrestre no seu equilíbrio atual. Desta forma, se houver um aquecimento global, será de pequenas proporções. Esses climatologistas não afirmam publicamente que são criacionistas, nem se deveria concluir de suas publicações que de fato sejam, embora suas pesquisas se enquadrem perfeitamente bem dentro do modelo criacionista de variações limitadas em um ambiente criado que pouco diferiu das condições encontradas hoje na Terra.

Existem três espécies de realimentações no sistema atmosférico terrestre: as realimentações positiva, negativa e termostática. Segue-se uma breve descrição de cada uma delas, com um ou dois exemplos tirados do estudo da Climatologia.

Realimentações

As realimentações são alterações que podem ocasionar um efeito espiral, ou "círculo vicioso". Uma realimentação positiva

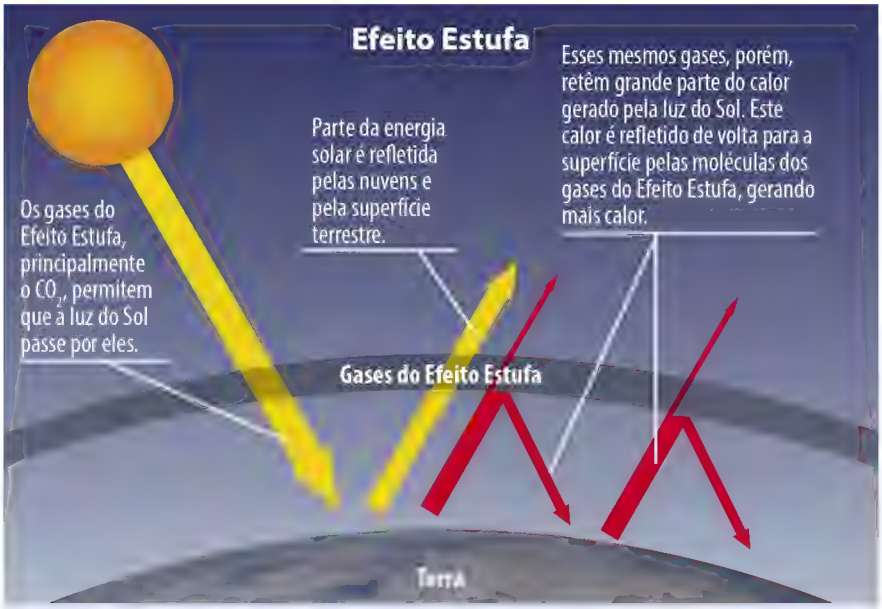
de temperatura faz com que a temperatura aumente cada vez mais. Uma realimentação negativa de temperatura faria com que a temperatura se tornasse cada vez menor. Por exemplo, uma duplicação da concentração de dióxido de Carbono na atmosfera aumenta a quantidade de energia incidente sobre a superfície da Terra na proporção de 5 watts por metro quadrado. Não existissem duas realimentações positivas, esse aumento de 2% no valor da energia incidente sobre a superfície da Terra por si mesmo não elevaria muito a temperatura terrestre. Tais processos de realimentação que provocam a ampliação do efeito de aquecimento resultante do aumento da concentração de dióxido de Carbono são os seguintes: 1) a realimentação devida ao albedo do gelo, e 2) a realimentação devida ao vapor d'água.

O primeiro desses processos consiste do seguinte: Uma superfície de neve ou gelo apresenta um albedo ou refletividade maior do que o solo ou uma superfície coberta de vegetação, pelo que estas últimas se aquecem mais do que as superfícies de gelo ou neve, aquecendo em consequência também o próprio ar. A fronteira entre a neve e o solo, ou entre o gelo e a água, encontra-se em uma posição de equilíbrio que é função da temperatura média global do ar. Se a Terra sofrer um aquecimento devido ao efeito estufa, as fronteiras neve/solo e gelo/água deslocar-se-ão no sentido dos polos, deixando expostas à incidência dos raios solares uma parcela maior de terra e de água. Isso absorverá mais energia solar incidente, provocando aquecimento global e fazendo com que a fronteira neve/solo se desloque mais ainda no sentido do polo, resultando mais aquecimento, etc. À primeira vista isso parece ser um mecanismo de realimentação positiva que continuará a atuar até que deixe de existir neve ou gelo permanente sobre a superfície da Terra. E de fato é assim que os climatologistas tratam a questão desta realimentação.

Ellsaesser (1984), entretanto, acredita que o efeito de realimentação do gelo em conexão com o albedo esteja sendo superestimado, se não estiver mesmo sendo considerado no sentido oposto à realidade. Em outras palavras, julga ele que a realimentação, no caso, possa ser negativa ou positiva, porque o gelo e a neve apresentam um forte efeito de isolamento térmico. Raciocina ele, portanto, que uma cobertura de gelo ou neve reduz a perda de calor sensível e calor latente durante o inverno, o que representaria um aquecimento da Terra. Desta forma, o aquecimento global, que reduziria a cobertura de gelo e neve, a longo termo resfriaria (e não aqueceria) a Terra, constituindo uma realimentação negativa (e não positiva).

Existe ainda o segundo processo, que se julga duplicar o efeito de aquecimento provocado pelo aumento da concentração de gás carbônico. O vapor d'água às mais das vezes é parte de uma malha de realimentação positiva. Quanto mais quente o ar, mais água evaporará. Este vapor d'água absorverá então radiação terrestre que, ao longo de uma cadeia de acontecimentos, aquecerá o ar, que por sua vez provocará a evaporação de mais água. Quando este processo de realimentação positiva é embutido nos modelos de circulação geral, o aquecimento global estimado é aproximadamente o dobro do aquecimento predito quando somente é aumentada a concentração do dióxido de Carbono, sem se considerar esta outra realimentação.

O vapor d'água se condensa, sob condições adequadas, para formar nuvens. Desta forma ele também se insere em uma malha de realimentação negativa. Ao ser esse fato considerado juntamente com o mencionado processo de realimentação positiva devido ao vapor d'água, esta combinação cria uma cadeia de realimentação termostática, que provoca a oscilação da temperatura em torno de um valor de equilíbrio. Quanto mais quente o ar, mais vapor d'água ele poderá conter, e quanto mais vapor d'água o ar contiver, mais gotículas poderão ser formadas nas nuvens. Quanto mais gotículas existirem nas nuvens, mais energia solar incidente será refletida. Isso resfria a Terra, o que reduz a evaporação, que por sua vez reduz a cobertura de nuvens, o que então permitirá que mais energia radiante proveniente do Sol aqueça a Terra, e assim sucessivamente. Esta realimentação termostática se torna mais complexa pelo fato de que as nuvens também refletem a radiação infravermelha proveniente da Terra, de tal forma que ela volta a ser absorvida pela superfície terrestre, o que por sua vez aquece a Terra. Deve ser observado, também, que, ao invés de aque-



Esquema simplificado do "efeito estufa"

cer a Terra esta retro-radiação pode armazenar-se em tecidos vegetais através da fotossíntese, ou pode também armazenar-se sob a forma de calor latente de vaporização, no caso em que for utilizada para evaporar água. Em ambos os casos o fluxo de energia correspondente seria retirado do sistema durante um certo período. No primeiro caso, além da energia seria também retirado da circulação no sistema o gás carbônico responsável pelo efeito estufa.

Até recentemente se pensava que os efeitos de realimentação positiva e negativa das nuvens se compensavam e, portanto, não precisavam ser levados em conta nos modelos climáticos. Ou ainda, se a realimentação positiva predominasse, que as nuvens poderiam ser tratadas como um gás que produzisse o efeito estufa. Medidas de radiação recentes efetuadas por satélites, dentro da "Experiência do Balanço de Radiação Terrestre" (ERBE, sigla de *Earth Radiation Budget Experiment*) indicam hoje que predomina a realimentação negativa (Ramanathan *et al.*, 1989). O resultante efeito de resfriamento é maior nos oceanos, nas latitudes médias e altas, exatamente onde os modelos de circulação geral padrão predizem o maior aquecimento. A conclusão é, portanto, de que as nuvens produzem um efeito final de resfriamento da Terra, e que pequenas alterações nos fatores de inter-relacionamento entre radiação solar e nuvens podem desempenhar um papel significativo como mecanismos de realimentação atuando sobre o clima. Será interessante verificar se esta conclusão poderá resistir ao teste do tempo.

Existe uma outra cadeia de realimentação termostática. Como o dióxido de Carbono se dissolve mais facilmente na água fria, o aquecimento global deveria fazer com que fosse liberado gás carbônico dissolvido na água. Isto aqueceria a Terra através do "efeito estufa", o que liberaria mais dióxido de Carbono dos oceanos, que por sua vez provocaria mais aumento na temperatura, e assim sucessivamente. Existem, entretanto, pesquisas que indicam que a premissa inicial não é verdadeira. Taro Takahashi (Anon., 1987), do "Observatório Lamont-Doherty" da Universidade Colúmbia, testou amostras de água retiradas do norte do Oceano Pacífico e descobriu que durante os meses de verão é absorvido mais dióxido de Carbono, ao contrário do que seria de se supor, com os conhecimentos atuais. Takahashi sugere duas razões para essa inesperada observação: 1) A fotossíntese efetuada pelo plâncton é maior durante o verão, consumindo mais dióxido de Carbono, e 2) durante os meses de verão, quando as camadas superficiais do oceano se aquecem, são eliminadas correntes de convecção, que normalmente trazem dióxido de Carbono para a superfície. Se essa explicação for confirmada, a realimentação positiva, que foi suposta, terá de ser tratada como uma realimentação termostática que opera da seguinte forma: Quanto mais quente a Terra se torna, mais dióxido de Carbono será consumido, o que resfriará a Terra, e consequentemente aumentará o dióxido de Carbono, que aquecerá a Terra e provocará a diminuição do dióxido de Carbono, o que fará com que a temperatura fique oscilando em torno de algum valor de equilíbrio.

Certos fitoplânctons excretam sulfeto de dimetila (DMS, sigla de *dimethysulfide* em Inglês) nas águas do mar. Parte deste DMS penetra na atmosfera e se oxida formando sulfatos na forma de aerossóis, que constituem núcleos de condensação para a formação de gotículas nas nuvens. As

nuvens assim formadas refletem a insolação. Além do mais, as gotículas formadas nas nuvens em torno dos núcleos de condensação provenientes do DMS são mais refletivas que as gotículas formadas em torno de outros núcleos de condensação. A realimentação termostática ocorre da forma seguinte: O aquecimento global aumenta o crescimento do fitoplâncton, o que aumenta a produção de DMS. Isso aumenta o número de gotículas nas nuvens, o que aumenta o albedo, e portanto diminui o aquecimento, o que diminui o crescimento do fitoplâncton. A diminuição do DMS diminui o número de gotículas nas nuvens, o albedo diminui e a terra se aquece, e a temperatura continua oscilando (Gribbin, 1987; Andreae, 1989).

Lindzen (1990, pp. 292-297) entende que, à medida que o dióxido de Carbono aumenta, ele passa a atuar como num efeito estufa aquecendo a atmosfera, o que aumenta a convecção, criando nuvens cúmulo-nimbus que carregam o ar quente úmido proveniente da troposfera inferior levando-o para a troposfera superior. Durante este processo, o ar se resfria atingindo valores abaixo do ponto de orvalho, o que remove dele o vapor d'água, que em seguida se precipita. Esta combinação de processos alimenta a atmosfera superior com ar seco permitindo que o calor latente removido da superfície da Terra e liberado acima das camadas que contêm maior parte do gás que provoca o efeito estufa, seja irradiado pelo espaço, resfriando a Terra. Este conjunto de processos representa outro mecanismo de realimentação termostática.

Existem outras malhas de realimentação envolvidas no aquecimento global que se relacionam com o sistema atmosfera/oceano e com o sistema atmosfera/vegetação. Uma delas é descrita por Bakun (1990): O aquecimento global aumenta o nível do oceano, o que aumenta a bruma na proximidade das áreas costeiras desérticas, que por sua vez aumenta a aridez no interior, podendo provocar a sedimentação de matéria orgânica não oxidada. Isso diminuiria a concentração de gás carbônico atmosférico, provocando resfriamento devido à redução do efeito estufa.

A presença dessas malhas de realimentação termostática na natureza traz amplo apoio ao ponto de vista criacionista de que é limitada a variabilidade ambiental encontrada na natureza. O fato de que este limite à variabilidade permanece dentro de um intervalo adequado à existência humana apoia o ponto de vista de que a Terra foi criada para ser habitat do ser humano.

Conclusão

Não se deve tirar a conclusão de que, como o mundo contém esses ciclos auto-regulatórios, não precisamos nos preocupar com as crescentes concentrações de gases que provocam o efeito estufa na atmosfera. Deveríamos realmente nos preocupar com isso e fazer todos os esforços para a diminuição do nível desses gases, ou pelo menos para evitar o aumento desse nível. Isso é especialmente verdadeiro no que diz respeito aos gases que não fazem parte dos que foram criados na ordem natural. Existem razões muito mais ponderáveis para limitar a emissão de gás carbônico do que a possibilidade do aquecimento global. Dentre elas avulta a de que os combustíveis fósseis, que constituem a principal fonte de produção de gás carbônico, são recursos não renováveis vitais para a moderna civilização ocidental.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo *Air Force Office of Scientific Research* (AFSC) da Força Aérea dos Estados Unidos da América do Norte, sob o contrato F 49620-88-C-0053. O governo americano está autorizado a reproduzir e distribuir separatas para qualquer finalidade governamental, independentemente dos direitos autorais indicados nesta publicação.

Referências

(1) Andreae, Meinrat O. 1989. The oceans as a source of biogenic gases. *Oceanus*, 29:27-35.

(2) Anon. 1987. Warm oceans dissolve the greenhouse effect. *New Scientist*, 114:40.

(3) Bakun, Andrew. 1990. Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, 247:193-201.

(4) Ellsaesser, Hugh W. 1984. The climatic effect of CO2: a different view. *Atmospheric Environment*. 18:431-434.

(5) Gribbin, John. 1987. The atmosphere in convulsions. *New Scientist*, 116:30-31.

(6) Lindzen, R. S. 1990. Some coolness concerning global warming. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 71:288-299.

(7) Ramanathan, V. *et al.* 1989. Cloud-radiative forcing and climate: results from the earth radiation budget experiment. *Science*, 243:57-63.

Ilustração de parte dos efeitos resultantes de um impacto meteorítico sobre a superfície da Terra
(Museu Nacional, Setor de Meteoritos, Rio de Janeiro)

Existem amplas evidências, provenientes de crateras fósseis, de que, durante o Dilúvio, a Terra (na realidade o Sistema Solar) esteve exposta a um intenso influxo de corpos asteroidais.

Quando as águas do Dilúvio começaram a minguar, Gênesis aponta para um grande vento associado a esse evento.

Tempestades de vento ciclônicas poderiam ser preditas a partir de alterações no aquecimento da atmosfera resultante de intensos encontros com asteroides durante o Dilúvio.

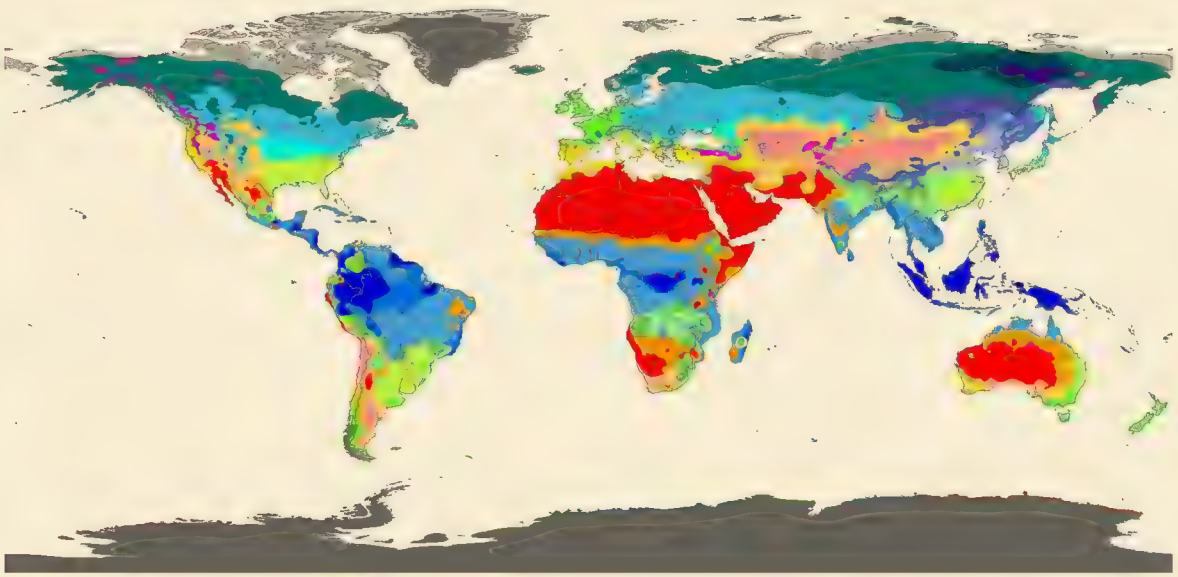
(Citação de trecho do artigo "Geodinâmica Diluviana e Pós-diluviana: Um Modelo da Tera em Expansão", publicado neste número da Folha Criacionista.)

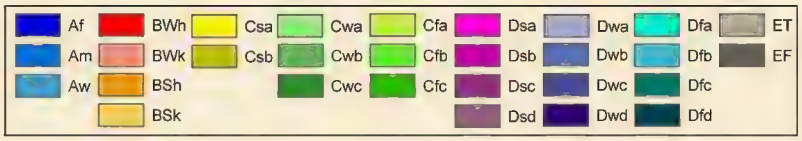
CLIMAS DIVERSOS DA TERRA

(Este Quadro foi acrescentado à primeira edição deste número da Folha Criacionista)

Mapa com a classificação dos climas elaborado por Köppen-Geiger

(Universidade de Melbourne)





Contact : Murray C. Peel (mpeel@unimelb.edu.au) for further information

(Peel *et al* - 2007)

O critério para a classificação dos climas indicados pelas diferentes cores encontra-se em http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html

Notícias

E mais

- A TERRA MUDA DE FACE
- DINOSSAUROS, COMETAS E VULCÕES
- CAUSA EXTRA-TERRESTRE DA EXTINÇÃO DO CRETÁCEO-TERCIÁRIO
- AS FONTES DO GRANDE ABISMO
- MUDANÇAS ANTROPOGÊNICAS DE ALBEDO E O CLIMA TERRESTRE
- ATIVIDADES VULCÂNICAS E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

A TERRA MUDA DE FACE

Duas notícias publicadas por jornais brasileiros de grande tiragem são transcritas a seguir, a título de divulgação da teoria da deriva dos continentes.

A primeira delas foi publicada pelo matutino carioca "O Globo" de 22 de maio de 1984, na sua secção "Ciência e Vida", veiculando informações divulgadas pela NASA, com o título "Medição prova que os continentes se movem":

Cientistas da "Administração de Aeronáutica e Espaço" (NASA) dos EUA encontraram pela primeira vez provas de que os continentes se movem, com a medição desses movimentos. Segundo um estudo ontem divulgado pelo jornal *Washington Post*, o Oceano Atlântico está se alargando 1,5 cm por ano, enquanto o norte e o sul da Califórnia, que se encontram em diferentes plataformas continentais, se comprimem a um ritmo de quase 7 cm anualmente.

Depois de cinco anos de estudo, utilizando raios *laser* e radiotelescópios instalados em 12 países, os cientistas da NASA calcularam também que a Austrália e a América do Norte estão se separando a um ritmo de pouco mais de um centímetro por ano e que o Havaí e a América do Sul se aproximam cerca de 6 cm a cada ano. "Começamos a ver em primeira mão realmente o movimento dos continentes" - disse David Smith, da NASA.

Os movimentos dos continentes têm sido a base da Geologia desde que essa ciência começou a ser estudada, mas esta é a primeira vez que os deslocamentos conseguem ser medidos com precisão. Até há pouco tempo, acreditava-se que os movimentos se produziam por mudança de temperatura na superfície da Terra. A tendência atual, no entanto, é considerar que os continentes se encontram em uma espécie de flutuação sobre a base rochosa que forma o "coração" da Terra. Pequenas mudanças em seu núcleo incandescente criam forças que movem a massa situada sobre ele.

Segundo David Smith, que é um dos autores do estudo, quando foi iniciada a medição houve alguma incerteza até que os geólogos aprenderam a discernir entre os movimentos reais e os corrimentos de terra em torno dos aparelhos de medição. "Estamos deslumbrados porque cada vez

somos capazes de ver mais e mais coisas. A princípio, observamos os movimentos na Califórnia e no Havaí, mas agora começamos a detectar o alargamento do Oceano Atlântico entre a Europa e América do Norte" - declarou o cientista.

A NASA utiliza duas técnicas para medir os movimentos em dois locais da Terra. Na primeira, raios de luz são dirigidos contra os espelhos especiais do satélite artificial "Lageos", localizado a pouco mais de cinco mil quilômetros de altitude. Esses mesmos raios são captados de volta em outro continente. A segunda técnica consiste em medir as variações do intervalo com que são recebidas as radiações emitidas por uma fonte como um "quasar" (estrela situada a grande distância da Terra) em radiotelescópios instalados em dois continentes diferentes. Em ambos os métodos as variações de tempo revelaram o movimento relativo dos dois pontos de recepção e puderam ser traduzidos em unidades de medida.

A teoria do movimento dos continentes tem quase um século e seu primeiro defensor foi o cientista alemão Alfred Wegener. Mas somente agora, com a medição desses movimentos, ela pode ser comprovada cientificamente.

A segunda notícia foi publicada pelo matutino paulistano "A Folha de São Paulo" de 27 de agosto de 1991 em sua secção "Outras Notícias - Ciência", com o título "Fóssil argentino reforça supercontinente":

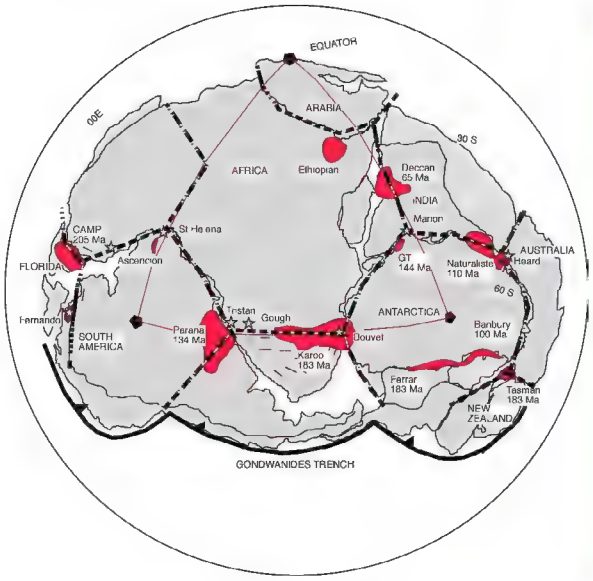
Um dente de ornitorrinco - mamífero que só existe hoje na Austrália - com 62 milhões de anos *(sic)* foi encontrado no sul da Argentina. O achado, anunciado ontem, será apresentado na revista britânica *Nature*. A descoberta é mais uma evidência para a teoria segundo a qual os continentes estavam todos unidos há 150 milhões de anos. Esse "supercontinente" é conhecido como Pangeia.

Até o fóssil ser encontrado, em fevereiro deste ano, não havia nenhuma indicação de que o ornitorrinco tivesse existido em outro local do globo. O dente do ancestral do ornitorrinco foi achado por um aluno do professor Rosendo Pascual da Universidade Nacional de La Plata, em sítio localizado 1.500 km ao sul de Buenos Aires. "O dente era de um tipo muito diferente. Nós levamos muito tempo para perceber que ele estava relacionado com os monotremados" (grupo do qual faz parte o ornitorrinco), disse Pascual.

O ornitorrinco é um mamífero especial: tem pelos, mas põe ovos e possui bico e membros semelhantes aos de um pato. Atualmente os ornitorrincos são desdentados. Foi somente ao ler um trabalho australiano de 1975, sobre o ancestral da espécie, que Pascual fez a ligação.

A descoberta apoia a hipótese de que até 60 milhões de anos atrás *(sic)* a Austrália e a Nova Zelândia estavam ligadas, através da Antártida, ao que atualmente é a América do Sul. Esses três blocos, juntos com o que hoje são África, península Arábica, Índia e Antártida, formavam o Gondwana, um enorme continente que era a porção sul da Pangeia. A posterior separação deu origem a todos os continentes do hemisfério Sul, mais a Índia.

A teoria da Pangeia foi formulada em 1912 pelo alemão Alfred Lothar Wegener (1880-1930). Segundo essa ideia, todos os continentes, que eram separados, se uniram entre 570 milhões e 230 milhões de anos atrás. A separação entre a Austrália e a Antártida, que ainda estava ligada à América do Sul, ocorreu há cerca de 50-60 milhões de anos *(sic)*. Segundo o professor do Instituto de Biociências da USP, Antonio Carlos Rocha Campos: "O achado vem a favor das teorias sobre o Gondwana, já que tem idade semelhante à da separação dos continentes".



Reconstrução feita por Golonka, J., Ross, M.I., and Scotese, C.R. em 1994

(Ref. "Phanerozoic paleogeographic and paleoclimatic modeling maps", in A.F. Embry, *et al.*, eds., *Pangaea: Global environments and resources.* Canadian Society of Petroleum Geologists, Calgary, Canada, 1-47)

DINOSSAUROS, COMETAS E VULCÕES

Michael Rampino, professor assistente do Departamento de Ciências Aplicadas da "New York University" e consultor da NASA, escreveu interessante artigo com o título acima, publicado no "New Scientist" de 18 de fevereiro de 1989. Transcrevem-se a seguir alguns trechos desse artigo, que poderão interessar mais diretamente nossos leitores no contexto dos assuntos cobertos por este número da Folha Criacionista.

Durante os últimos anos os geólogos têm debatido calorosamente a razão pela qual os dinossauros foram extintos há cerca de 66 milhões de anos. [*Evidentemente o autor coloca-se dentro da moldura conceitual evolucionista que admite intervalos de tempo extremamente grandes para a história geológica de nosso planeta. Independentemente dessas suposições de ordem cronológica, o artigo não deixa de ser interessante em função dos demais aspectos qualitativos envolvidos.*]. De um lado dos debates estão os cientistas que alegam que a extinção resultou da colisão de um enorme meteoro com a Terra. Do outro lado estão os que defendem serem as erupções vulcânicas as responsáveis. Novas evidências sugerem que ambos os grupos podem estar corretos, e que o impacto de um asteroide poderia ter provocado o início da atividade vulcânica.

Há cerca de oito anos, um grupo da Universidade da Califórnia, em Berkeley, liderado por Luís Alvarez, detentor do Prêmio Nobel de Física, e seu filho Walter Alvarez, geólogo, iniciou essa controvérsia com a sugestão de que um cometa ou asteroide de 10 km de dimensão tivesse colidido com a Terra, ocasionando uma imensa nuvem de poeira. Isso teria ocasionado um período de escurecimento e de frio em todo o mundo, matando as plantas que dependem da fotossíntese, e destruindo as cadeias alimentares das quais dependem outros organismos, em cuja extremidade se localizavam os dinossauros. Os pesquisadores basearam suas alegações na descoberta de altos níveis de um elemento-traço, o Irídio, quimicamente relacionado com outros elementos raros na Terra - como Platina, Ósmio e Ouro - porém encontrados em maior abundância nos meteoritos. O grupo de Alvarez e outros geólogos detectaram esses elementos em sedimentos depositados há cerca de 66 milhões de anos, quando foram extintos muitos animais e plantas, além dos próprios dinossauros. Os depósitos sedimentares ocorrem na fronteira entre os períodos Cretáceo e Terciário - a fronteira K/T.

Cientistas de Berkeley e outros grupos mostraram que a anomalia verificada na quantidade de Irídio na fronteira K/T se estende através do mundo todo. Acompanhando esses elementos encontram-se grãos minerais apresentando conjuntos de finas linhas de intersecção (sinal característico de choque intenso), tênues esférulas assemelhando-se a gotículas de rocha que esteve em estado de fusão, e uma concentração de fuligem. Todos esses sinais são consistentes com o impacto de um cometa ou talvez vários impactos seguidos de uma nuvem de poeira e uma conflagração global. Os sedimentos encontrados na fronteira K/T sugerem também que ocorreram outros aspectos catastróficos tais como chuva ácida e gigantescas ondas oceânicas (tsunamis). Extinguiram-se praticamente no mesmo instante cerca de 70% das espécies então vivas no planeta - tudo, desde o frágil plâncton oceânico até aos gigantescos dinossauros. Os cientistas que apoiam a teoria do impacto acreditam que as evidências físicas a seu favor são tão inequívocas que o assunto não mais admite discussões. Não há nenhuma outra maneira de explicar a distribuição de Irídio e grãos minerais que foram submetidos a choque, existentes no mundo todo.

Os pesquisadores que sugerem que a atividade vulcânica constitui a causa das extinções baseiam sua interpretação parcialmente nos relatórios de que os vulcões modernos no Havaí expelem vapores ricos em Irídio, provavelmente provenientes do fundo do manto da Terra, onde tais elementos são mais comuns do que na crosta. Os defensores do vulcanismo alegam que erupções vulcânicas podem produzir grãos minerais submetidos a choque e esférulas semelhantes

às encontradas na fronteira K/T. Juntando essas informações, parece que um intervalo de violento vulcanismo poderia explicar todas as características anômalas das camadas sedimentares da fronteira K/T.

... Dewey McLean do *Virginia Polytechnic Institute* nos Estados Unidos, e outros, conseguiram novas evidências a favor do vulcanismo. Eles destacaram que o vasto derramamento de lava basáltica que forma os "trapes" encontrados em Deccan, na Índia - uma série de gigantescos patamares com o formato de platôs - ocorreu na época das extinções, no fim do período Cretáceo. Existem, assim, amplas evidências de grande atividade vulcânica na época das extinções do K/T. ... Numerosos pesquisadores foram levados a propor que as erupções relacionadas com Deccan deveriam ter ocasionado as extinções.

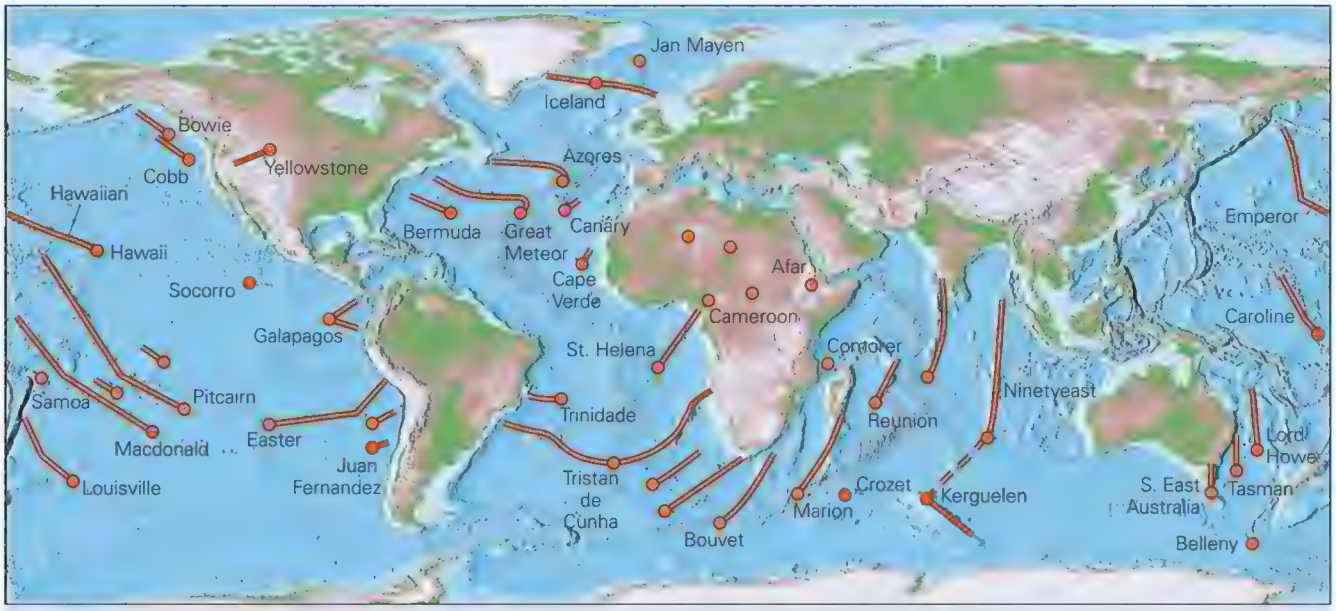
Cálculos recentes efetuados por nosso grupo no *Goddard Institute for Space Studies* da NASA, em Nova York, sugerem que as maiores erupções individuais de lava basáltica, que podem ter envolvido a produção de até 1000 quilômetros cúbicos de lava em menos do que uma semana, poderiam ter trazido à superfície enormes fontes de lava incandescente, introduzindo na atmosfera cinzas e gases, consequentemente. Grandes erupções de basalto poderiam ter provocado efeitos ambientais amplamente disseminados, produzindo talvez um severo "inverno" semelhante ao propalado "inverno nuclear", com chuva ácida, escurecimento do céu e resfriamento do clima devido a densas nuvens de aerossóis de ácido sulfúrico. Mesmo não sendo a causa principal das extinções, tais erupções poderiam ter tornado mortais as condições ambientais para muitas espécies de plantas e animais.

A teoria do impacto apresenta o problema de ninguém ainda ter descoberto uma cratera de impacto suficientemente grande na fronteira K/T. Conhecemos, sem dúvida, diversas crateras com idades prováveis da ordem de 66 milhões de anos, aí incluída a *Manson Crater* em Iowa, que tem 40 quilômetros de diâmetro. Entretanto, não existe nenhuma cratera com 100 a 200 quilômetros de diâmetro, que é o que se deveria esperar do impacto de um grande asteroide ou cometa, conforme proposto por Walter e Luis Alvarez. Resta a possibilidade de que o grande asteroide ou cometa tenha caído no mar, e a sua cratera tenha desaparecido no interior de uma trincheira oceânica.

A coincidência entre um impacto de grande proporção e o vulcanismo observado na fronteira K/T dos trapes de Deccan levanta outra possibilidade - o impacto poderia ter provocado as intensas erupções de lava basáltica. Nesse caso, o local do impacto estaria algures, sob os 200.000 quilômetros quadrados das lavas de Deccan. Isso se justificaria em função da capacidade dos grandes impactos de penetrar a crosta terrestre e o manto superior, possivelmente causando um derramamento do material proveniente do manto. Recentes modelagens de impactos de corpos de grande dimensão, como asteroides, sugerem que eles podem provocar crateras profundas. Resultados obtidos em um novo modelo sugerem que uma cratera de 100 a 200 quilômetros de diâmetro teria inicialmente a profundidade de 20 a 40 quilômetros, o bastante para facilmente penetrar a fina crosta oceânica e transpassar a crosta continental mais espessa, e alojar-se no manto terrestre.

A remoção do terreno sobre a crosta e o manto superior teria efeitos imediatos. A escavação profunda exporia a rocha aquecida (600 °C) do manto, que ficaria à superfície, provocando uma erupção "vulcânica" explosiva. As rochas no interior do manto superior estão próximas do seu ponto de fusão, mas não se fundem devido à pressão das rochas da crosta e do manto que se situam acima delas. David Alt, da Universidade de Montana, e outros, sugerem que se essa carga fosse retirada subitamente, a rocha do manto parcialmente se fundiria. Esta fusão resultante da supressão de pressão criaria um reservatório de magma ou basalto fundido no manto superior que começaria a se deslocar para cima. Poder-se-ia esperar que o magma provocasse uma inundação de lava basáltica ao encontrar o seu caminho para a superfície ao longo de fissuras na camada sólida rochosa da crosta terrestre.

A lava soterraria tudo que estivesse em seu caminho, incluindo os traços da própria cratera que tivesse provocado a ruptura. O resultado seria uma "mancha quente" no manto, um ponto fraco em que vulcões poderiam



Os pontos vermelhos indicam a localização de vulcões em manchas quentes. As linhas vermelhas indicam a migração das manchas quentes a partir da movimentação das placas tectônicas. O relevo submarino é desenhado sobre o fundo azul dos oceanos.

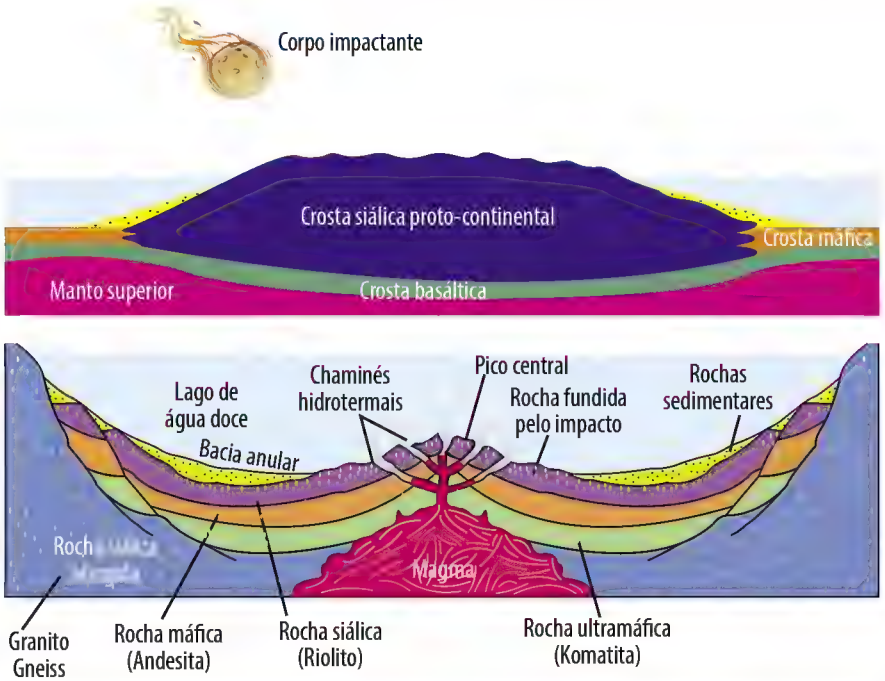
As manchas quentes ocasionam as depressões entre os continentes, cuja migração divide o derramamento basáltico entre as margens opostas do novo leito oceânico.

forçar caminho para a superfície. Na realidade os derrames de basalto comumente marcam os pontos onde as manchas quentes no manto iniciaram sua formação sob os continentes. Os trapes de Deccan, por exemplo, marcam o início da atual Mancha Quente das Ilhas de Reunião. Desde a erupção das lavas de Deccan, a Índia se deslocou rapidamente para o norte, deixando a mancha quente ativa no manto bem para trás, no sul do Oceano Índico. Um rasto da mancha quente, sob a forma de uma trilha de ilhas vulcânicas incluindo as Chago-Laquedivas e os platôs das Mascarenhas a leste de Madagascar, conecta o basalto dos trapes de Deccan com a Mancha Quente das Ilhas Reunião.

Em alguns casos, as lavas basálticas encontradas em locais independentes claramente fizeram parte de um mesmo derramamento de rocha fundida que se dividiu posteriormente quando os continentes migraram. Por exemplo, os basaltos da Serra Geral na América do Sul, que têm aproximadamente 130 milhões de anos, eram a continuação dos basaltos da mesma idade do sudoeste da África, antes que o espalhamento do Oceano Atlântico meridional os deslocasse entre si. O ponto no qual se iniciou a erupção do basalto fundido é marcado hoje pela mancha quente da ilha Tristão da Cunha na cadeia oceânica do Atlântico Sul, e rastos de cadeias vulcânicas inativas conectam ambos os derramamentos basálticos com a mancha quente atual.

Qual o tamanho que deveria ter uma cratera para provocar o início do vulcanismo com derramamento de basalto? A maior cratera de impacto típica conhecida nos continentes é a cratera de Popigai, na Sibéria, com diâmetro de 100 quilômetros. Ela tem 39 milhões de anos, e embora esteja preenchida com camadas de rocha derretida pelo impacto, não apresenta evidências de vulcanismo significativo. Estruturas de impacto maiores e profundamente erodidas encontradas em Sudburg, em Ontário, e Vredefort, na África do Sul (ambas com aproximadamente 2 bilhões de anos) têm cerca de 140 quilômetros de diâmetro, e claramente apresentam evidências de erupção proveniente do manto terrestre. Uma cratera consideravelmente menor, talvez só com 20 quilômetros de diâmetro, seria suficiente para causar vulcanismo se ela ocorresse na crosta mais fina do leito oceânico, ou sobre uma área continental especialmente ativa - por exemplo na junção de duas placas da crosta.

... O ponto de vista de que as alterações geológicas são provocadas por impactos extra-terrestres representa a unificação de importantes eventos na história da Terra com processos astrofísicos que atuam na escala galáctica. A teoria da extinção em massa provocada por impacto



Os impactos podem provocar erupções quando a pressão derrete as rochas aquecidas situadas no manto, sob a crosta terrestre.

conduziu a promissores novos caminhos de investigação com a descoberta do possível papel desempenhado por forças extra-terrestres na provocação de vulcanismo e outros processos geológicos. O efeito de impactos, seguidos de atividade vulcânica, foi profundo na história biológica terrestre.

... Não mais deveria parecer paradoxal que as extinções em massa se correlacionam com impactos, episódios de vulcanismo, inversão do campo magnético terrestre e alterações nos movimentos das placas, na tectônica e no nível dos oceanos. Os impactos podem prover o gatilho para os pulsos da atividade geológica. O resultado final seria o reconhecimento de que as alterações ambientais de longo termo podem ampliar os eventos repentinos causados pelos impactos que abalam os sistemas biológico e geológico terrestres. Essa poderá ser a próxima revolução a verificar-se nas Ciências da Terra.

Sem dúvida a revolução que se está verificando hoje em dia nas Ciências da Terra é a aceitação gradual (e não poderia deixar de sê-lo ...) do Catastrofismo, que aos poucos vai conquistando seu lugar em contraposição ao Uniformismo que durante tanto tempo dominou o pensamento científico. Em particular, cada vez mais se acumulam evidências favoráveis a uma catástrofe global como o Dilúvio bíblico.

Quanto às datações dos eventos, abrangendo milhões e bilhões de anos, resta ainda a necessidade de outra revolução. ... Sugerimos a esse respeito consultar artigos anteriormente publicados na Folha Criacionista, como os seguintes:

- *"Um exame crítico da datação radioativa das rochas", de Sidney P. Clementson, Folha Criacionista número 3, páginas 4 a 12.*
- *"Datação com Radiocarbono", de R. H. Brown, Folha Criacionista número 1, páginas 17 a 26.*

CAUSA EXTRA-TERRESTRE DA EXTINÇÃO DO CRETÁCEO-TERCIÁRIO

O número de 6 de junho de 1980 da revista "Science" apresentou o artigo com o título acima, de autoria de Luis W. Alvarez e Walter Alvarez, e colaboradores. Foi este o artigo que pro-

vocou uma verdadeira revolução na maneira de encarar o registro geológico, por defender uma tese catastrofista em contraposição ao Uniformismo, ou Gradualismo, que desde Lyell e Hutton passou a integrar a estrutura conceitual das Geociências. Desde sua publicação, passou a ser citado com frequência, e a sua tese referente à extinção dos dinossauros devido ao impacto de um asteroide com a Terra cada vez mais se popularizou não só no âmbito científico como também nos meios de divulgação em geral.

Dada a importância deste trabalho, reproduzimos abaixo alguns trechos seus que provavelmente apresentam maior interesse para nossos leitores. Evidentemente sua abordagem, apesar de catastrofista, enquadra-se inteiramente dentro da conceituação evolucionista da escala de tempo geológico. Não obstante, numerosas afirmações dos autores podem igualmente ser interpretadas à luz da estrutura conceitual criacionista, que admite uma Terra recente.

No período de 570 milhões de anos para o qual se dispõe de abundantes restos fósseis, houve cinco grandes crises biológicas durante as quais muitos grupos de organismos foram extintos. A mais recente dessas grandes extinções é usada para definir a fronteira entre os períodos Cretáceo e Terciário, há cerca de 65 milhões de anos. Nessa época, répteis marinhos, répteis alados e ordens de dinossauros foram extintos [1] e extinções ocorreram entre os invertebrados marinhos em vários níveis taxonômicos. Extinções deveras impressionantes ocorreram entre os animais e plantas flutuantes microscópicos; foram quase exterminados os foraminíferos calcários planctônicos e o monoplâncton calcário, tendo sobrevivido à crise apenas umas poucas espécies. Por outro lado, alguns grupos foram pouco afetados, como as plantas terrestres, crocodilos, serpentes, mamíferos, e muitas espécies de invertebrados. Russell [2] conclui que cerca da metade dos gêneros que viviam naquela época pereceu durante o evento da extinção.

Muitas hipóteses têm sido propostas [3,4] para explicar as extinções do Cretáceo / Terciário (C/T), e duas reuniões recentes sobre o assunto [5,6] não deram sinal de consenso algum. As causas sugeridas incluem alterações graduais ou rápidas nas condições oceanográficas, atmosféricas ou climáticas [7] provocadas por uma coincidência aleatória [8] ou cíclica [9] de fatores causativos: inversão do campo magnético [10]; influência de uma super-nova próxima [11] e a inundação da superfície oceânica por água doce proveniente de um lago ártico hipotético. [12]

O grande obstáculo para a determinação da causa da extinção é o fato de que virtualmente toda a informação disponível sobre o evento na época relaciona-se com alterações biológicas verificadas no registro paleontológico, sendo portanto inerentemente indireta. Pouca evidência física encontra-se disponível, e também é indireta.

... Neste artigo apresentamos evidências físicas diretas favorecendo um acontecimento não usual, exatamente na época das extinções, no âmbito planctônico. Nenhuma das atuais hipóteses explica adequadamente essas evidências, porém desenvolvemos uma hipótese que parece oferecer explicação satisfatória para quase todas as evidências físicas e paleontológicas.

Este estudo iniciou-se quando se percebeu que os elementos do grupo da Platina (Platina, Irídio, Ósmio e Rádio) são muito menos abundantes na crosta terrestre e no manto superior do que nos meteoritos condríticos e na média do material existente no Sistema Solar. Este empobrecimento dos elementos do grupo da Platina provavelmente é o resultado da concentração desses elementos no núcleo terrestre.

Petterson e Rotschi [17] e Goldschmidt [18] sugeriram que as baixas concentrações dos elementos do grupo da Platina nas rochas sedimentares poderiam em grande parte resultar da poeira meteorítica formada por ablação ao passarem os meteoritos através da atmosfera. Barker e Andes [19] mostraram que existe uma correlação entre a taxa de sedimen-

Luis W. Alvarez e Walter Alvarez em Gubbio, Itália, 1981

Detalhe da camada de argila no limite C/T

tação e a concentração de Irídio, confirmando as sugestões anteriores. O método foi usado subsequentemente por Ganapathy, Brownlee e Hodge [20] para demonstrar a origem extra-terrestre das esférulas de silicato nos sedimentos de alto mar. Sarna-Wojcicki *et al.* [21] sugeriram que a acumulação de poeira meteorítica nas camadas do solo poderia destacar a abundância de Irídio suficientemente para permitir o seu uso como um instrumento de datação. Recentemente Crocket e Kuo [22] relataram a abundância de Irídio em sedimentos de alto mar e resumiram outros trabalhos anteriores.

Considerações deste tipo [23] nos induziram a medir a concentração de Irídio na camada de argila de 1 cm de espessura que marca o limite C/T em algumas secções dos Apeninos Úmbricos, na esperança de determinar o intervalo de tempo representado por aquela camada.

Após várias considerações essencialmente técnicas, os autores continuam dizendo:

Concluímos que a configuração das abundâncias dos elementos nas secções de Gubbio (nos Apeninos Úmbricos) é compatível com uma fonte extra-terrestre para a anomalia do Irídio, e incompatível com uma fonte localizada na crosta.

... Em seguida consideramos se a anomalia do Irídio é devida a um influxo anormal de material extra-terrestre na época das extinções, ou se ela teria sido formada pela acumulação lenta normal de material meteorítico [19] seguida de concentração nas rochas limítrofes, mediante algum mecanismo identificável.

Existem evidências, logo à primeira vista, favoráveis ao influxo anormal, nas observações de que o excesso de Irídio ocorre exatamente na época de uma das extinções; que as extinções foram acontecimentos extraordinários, que bem podem indicar uma causa extraordinária; que as extinções foram claramente de âmbito mundial; e que a anomalia do Irídio é hoje conhecida em duas áreas distintas, na Europa Ocidental e na Nova Zelândia. Além do mais, ... o impacto de um asteroide de 10 km de diâmetro, que cruzasse a órbita da Terra - evento que provavelmente ocorra com praticamente a mesma frequência que as grandes extinções - poderia ter produzido os efeitos físicos e biológicos observados.

... Em suma, concluimos que a concentração anômala de Irídio na fronteira C/T é melhor interpretada como indicadora de um fluxo anormal de material extra-terrestre. ... Depois de obter resultados negativos em nossos testes com a hipótese de uma supernova, ficamos só com a questão de qual seria a fonte extra-terrestre contida no Sistema Solar que poderia fornecer o Irídio observado, e simultaneamente também causar as extinções. Consideramos e rejeitamos numerosas hipóteses [23] e, finalmente, achamos que uma extensão da hipótese do impacto meteorítico [55,56] proveria um cenário que explica a maior parte das evidências biológicas e físicas, se não todas. Em resumo, nossa hipótese sugere que um asteroide atingiu a Terra, formou uma cratera de impacto, e algum material pulverulento ejetado da cratera chegou até a estratosfera e foi dispersado ao redor do globo. Esta poeira efetivamente impediu que a luz solar atingisse a superfície terrestre durante um período de vários anos até que a poeira se assentasse. A falta de luz solar impediu a fotossíntese e, em resultado, a maioria das cadeias alimentares rompeu-se, resultando as extinções. Diversas linhas de evidências apoiam esta hipótese.

... As dimensões do objeto impactante podem ser calculadas a partir de quatro conjuntos distintos de observação, com boa concordância entre as quatro diferentes estimativas do seu diâmetro.

... Duas bases de dados distintas indicam que no último bilhão de anos a Terra foi bombardeada por um fluxo praticamente constante de asteroides que cruzam a sua órbita. Uma base de dados provém das observações astronômicas de tais asteroides e da tabulação de seus parâmetros orbitais e da distribuição de seus diâmetros [57]. ... E. M. Shoemaker [59,60] e Wetherill [60] estimaram, independentemente,

que existem hoje cerca de 700 asteroides cruzando a órbita da Terra, com diâmetros maiores de 1 km (asteroides "Apolo"), dos quais cerca de 7 deveriam ter diâmetros maiores do que 10 km. ... Grieve [63] estima que o diâmetro da cratera formada pelo impacto de um asteroide de 10 km atingiria cerca de 200 km.

... A maior explosão terrestre bem estudada nos tempos históricos foi a da ilha vulcânica de Krakatoa, no estreito de Sunda, entre Java e Sumatra. [64] Como esse evento fornece os melhores dados disponíveis sobre a injeção de poeira na atmosfera, fazemos a seguir um breve resumo da informação pertinente mais relevante.

Nos dias 26 e 27 de agosto de 1883, Krakatoa sofreu erupções vulcânicas que despejaram cerca de 18 km^3 de material na atmosfera, dos quais cerca de 4 km^3 penetraram na estratosfera, onde permaneceram durante 2 a 2,5 anos. A poeira proveniente da explosão circundou o globo dando origem rapidamente a brilhantes crepúsculos presenciados em todo o mundo. Medidas recentes de Carbono-14 injetado na atmosfera por experiências nucleares confirmam a rápida mistura efetuada no decorrer de cerca de um ano entre os hemisférios [65]. Se tomarmos a massa de poeira que foi estimada ter sido injetada na estratosfera (4 km^3 vezes a densidade suposta de 2 g/cm^3, calculando por baixo) e a espalharmos uniformemente sobre o globo, resultará o valor de $1{,}6.10^{-3}$ g/cm^2. Uma camada dessas não absorveria muito da radiação incidente, porém se ela fosse multiplicada por um fator em torno de 10^3 (conforme predição feita a grosso modo por nossa teoria) é muito provável que a luz solar fosse atenuada em alto grau.

... O que aconteceu durante as explosões de Krakatoa pode-se esperar que aconteça de forma muito mais intensa durante o impacto de um grande asteroide. Uma diferença interessante é a extrema turbulência atmosférica que resultaria após o impacto. O asteroide penetraria na atmosfera com a velocidade aproximada de 25 km/s, e faria nela um buraco de cerca de 10 km de diâmetro. A energia cinética do asteroide é aproximadamente equivalente à de 10^8 megatons.

... A ausência temporária da luz solar efetivamente interromperia a fotossíntese, atacando assim as cadeias alimentares em sua origem. De uma maneira geral, os efeitos que seriam esperados de um evento como este seriam o que se verifica no registro paleontológico da extinção.

A cadeia alimentar em mar alto é baseada em plantas microscópicas flutuantes, como as algas produtoras de cocólitos, que apresentam uma extinção quase completa. Os animais nos níveis sucessivamente mais elevados nessa cadeia alimentar foram também fortemente afetados, com a quase total extinção dos foraminíferos e o completo desaparecimento das belemnitas, amonitas e dos répteis marinhos.

Uma segunda cadeia alimentar é baseada em plantas terrestres. Dentre elas, os indivíduos existentes morreriam, ou pelo menos cessariam de crescer, durante um intervalo de escuridão, mas após o retorno da luz seriam regenerados a partir de sementes, esporos e sistemas radiculares existentes. Portanto, os grandes animais herbívoros e carnívoros que dependessem direta ou indiretamente dessa vegetação também seriam extintos. Russell [2] afirma que "não conhece nenhum vertebrado terrestre com peso maior do que 25 kg que tenha sobrevivido às extinções". Muitos vertebrados terrestres de menor porte sobreviveram, incluindo-se os mamíferos ancestrais, possivelmente por terem sido capazes de se alimentar de insetos e vegetação em decomposição.

A situação entre os invertebrados marinhos de águas rasas é menos clara; alguns grupos se extinguiram, e outros sobreviveram. Uma possível base para uma cadeia alimentar temporária nesse tipo de ambiente são os nutrientes originados da decomposição de plantas e animais terrestres trazidos pelos rios para as águas rasas marinhas.

Não continuaremos nos aprofundando nesse assunto, mas remetemos o leitor aos anais do encontro realizado em 1976 em Ottawa sobre as extinções C/T. Esta publicação reproduz uma extensa discussão que se deu entre os participantes sobre o que aconteceria se a luz solar fosse temporariamente "desligada" [5]. As pessoas que se envolveram na discussão pareceram concordar que muitos aspectos da configuração resultante da extinção poderiam ser explicados por esse mecanismo, embora ainda permanecessem numerosos outros problemas paralelos.

... Dentre as muitas implicações da hipótese do impacto de um asteroide, no caso dela estar correta, duas se destacam com proeminência. Primeiro, se as extinções do C/T foram causadas pelo evento de um impacto, o mesmo poderia também ser verdade com relação às grandes extinções anteriores. Houve cinco dessas extinções desde o fim do Pré-cambriano, há 570 milhões de anos, o que combina bem com o provável intervalo de cerca de 100 milhões de anos entre colisões com objetos de 10 km de diâmetro.

... E. Shoemaker, entretanto, em comunicação pessoal, prediz que se algumas das extinções fossem causadas pela colisão com um cometa "limpo" (na maior parte constituído de gelo), a anomalia do Irídio não se verificaria, mesmo que o mecanismo de extinção fosse provocado pela nuvem de poeira de material da crosta. ... De acordo com Shoemaker, colisões com cometas desse porte poderiam ser duas vezes mais frequentes que as colisões com asteroides.

Segundo, gostaríamos de descobrir a cratera produzida pelo objeto impactante. Conhecem-se somente três crateras de diâmetro igual ou maior a 100 km [62]. Duas destas (Sudbury e Vredefort) são da época precambriana. Para a outra (Popigay, na Sibéria) foram relatadas a idade estratigráfica, localizada entre o Cretáceo recente e o Quaternário, e a datação Potássio/Argônio de 28,8 milhões de anos (sem maiores detalhes) [72, 73]. Desta forma, a cratera de Popigay provavelmente é muito recente, e provavelmente também muito pequena para ser o local do impacto C/T. Resta a probabilidade de 2/3 de que o objeto tenha caído no oceano. Como o diâmetro provável do objeto, de 10 km, é o dobro da profundidade oceânica típica, a cratera seria produzida no fundo do oceano, com a possível ejeção de rocha pulverizada. Entretanto, neste caso é improvável que se possa descobrir a cratera, pois as informações batimétricas não são suficientemente detalhadas, e uma parte substancial do oceano pre-terciário foi rebaixada.

Referências

(1) A. Russell, *Geol. Assoc. Can. Spec. Rep. 13* (1975), p. 119.

(2) _____, *in* (5), p. 11.

(3) B. Cita e I. Premoli Silva. *Riv. Ital. Paleontol Stratigr.* Mem. 14 (1974), p. 193.

(4) A. Russell, Annu. Rev. Earth Planet. *Sci.* 7, 163, (1979).

(5) TEC group (P. Béland *et al.*). Cretaceous-Tertiary Extinctions and Possible Terrestrial and Extraterrestrial Causes (*Proceedings of Workshop*, National Museum of Natural Sciences, Ottawa, 16 e 17 Nov. 1976).

(6) Birkelund and R. G. Bromley, Eds., Cretaceous-Tertiary Boundary Events, vol. I, The Maastrichtian and Danian of Denmark (*Symposium*, University of Copenhagen, Copenhagen, 1979); W. K. Christiansen and T. Birkelund, eds., *ibid.*, vol. 2, *Proceedings*.

(7) H. Tappan, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. *Palaeoecol.* 4, 187 (1968); T. R. Worsley, *Nature* (London) 230, 318 (1971): W. T. Holser, *ibid.* 267, 403 (1977); D. M. McLean, *Science* 200, 1060 (1978); 201, 401 (1978); S. Gartner and J. Keany, *Geology* 6, 708 (1978).

(8) E. G. Kauffman, *in* (6), vol. 2, p.29.

(9) A. G. Fischer, *in* (6), vol. 2, p. 11: A. G. Fischer and M. A. Arthur. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral.* Spec. Publ. 25 (1977), p. 19.

(10) J. F. Simpson, *Geol. Soc. Am. Bull.* 77, 197 (1966); J. D. Hays, *ibid.* 82, 2433 (1971); C. G. A. Harrison and J. M. Prospero, *Nature* (London) 250. 563 (1974).

(11) O. H. Schindewolf, Neues Jaharb. *Geol. Palaeontol. Monatsh.* 1954, 451 (1954); *ibid.* 1958, 270 (1958); A. R. Leoblich, Jr., and H. Tappan, *Geol. Soc. Am. Bull.* 75, 367 (1964); V. I. Krasovski and I. S. Shklovsky, *Doll. Akad Nauk SSSR* 116, 197 (1975); K. D. Terry and W. H. Tucker, *Science* 159, 421 (1968): H. Laster, *ibid.* 160, 1138 (1968); W. H. Tucker and K. D. Terry, *ibid.*, p. 1138; D. Russel and W. H. Tucker, *Nature* (London) 229, 553 (1971); M. A. Ruderman, *Science* 184, 1079 (1974); R. C. Whitten, J. Cuzzi, W. J. Borucki, J. H. Wolfe, *Nature* (London) 263, 398 (1976).

(12) S. Gartner and J. P. McGuirk, *Science* 206, 1272 (1979).

(13) A. Boersma and N. Schackleton, *in* (6), vol. 2, p. 50; B. Burchardt and N. O. Jorgensen, *in* (6), vol. 2, p. 54

(14) L. Christensen, S. Fregerslev, A. Simonsen, J. Thiede. *Bull. Geol. Soc. Den* 22. 193 (1973).

(15) N. O, Jorgensen, *in* (6), vol. 1, p. 33, vol. 2, p. 62; M. Renard, *in* (6), vol. 2, p. 70.

(16) H. P, Lutenbach and I. Premoli Silva, *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.* 70, 67)1964).

(17) H. Petterson and H. Rotschi, *Geochim. Cosmochim. Acta* 2, 81 (1952).

(18) V. M. Goldschmidt, Geochemistry (Oxford Univ. Press, New York, 1954).

(19) J. L. Barker, Jr., and E. Anders, *Geochim. Cosmochim. Acta* 32, 627 (1968).

(20) R. Ganapathy, D. E. Brownlee, P. W. Hodge, *Science* 201, 1119 (1978).

(21) A. M. Sarna-Wojeicki, H. R. Bowman, D. Marchand, E. Helley, comunicação pessoal.

(22) J. H. Crocket and H. Y. Kuo, *Geochim. Cosmochim. Acta* 43, 831 (1979).

(23) Discutidos resumidamente em L. W. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel, *Univ. Calif. Lawrence Berkeley Lab. Rep.* LBL-9666 (1979).

(24) A descrição das técnicas NAA é dada em Alvarez *et al.* (23), Appendix H; I. Perlman and F. Asaro, in Science and Archaeology, R. H. Brill, Ed. (MIT Press. Cambridge, Mass., (1971). p. 182.

(25) Esses calcários pertencem à sequência Umbria, do Jurássico até a Era Miocena, que foram descritos em V. Bortolotti, P. Passerini. M. Sagri, G. Sestini, *Sediment. Geol.* 4, 341 (1970); A. Jacobacci, E. Centamore, M. Chiocchini, N. Malferrari, G. Martelli, A. Micarelli. Note Esplicative Carta Geologica d'Italia (1.50.000). Foglio 190: "Cagli" (Rome, 1974).

(26) H. P. Luterbacher and I. Premoli Silva, *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.* 68, 253 (1962); L. Premoli Silva. L. Paggi, S. Monechi. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 15. 21 (1976).

(27) S. Monechi, *in* (6), vol. 2, p. 164.

(28) D. V. Kent. *Geology* 5, 769 (1977); M. A. Arthur, Tese, Princeton University (1979).

(29) O. Renz, *Eclogae Geol. Helv.* 29, 1(1936); *Serv. Geol. Ital.* Mem. Descr. Carta Geol. Ital. 29, 1(1936).

(30) M. A. Arthur and A. G. Fischer, *Geol. Soc. Am. Bull.* 88, 367 (1977); I. Premoli Silva, *Ibid.*, p. 371; W. Lowrie and W. Alvarez, *ibid.*, p. 374; W. M. Reggenthen and G. Napoleone, *ibid.*, p. 378; W. Alvarez, M. A. Arthur, A. G. Fischer, W. Lowrie, G. Napoleone, I. Premoli Silva, W. M. Roggenthen, *ibid.*, p. 383; W. Lowrie and W. Alvarez, Geophys, *J. R. Astron. Soc.* 51, 561 (1977); W. Alvarez and W. Lowrie, *ibid.* 55, 1 (1978).

(31) As coordenadas das secções estudadas são: (i) Bottaccione Gorge em Gubbio: 43°21,9'N, 12°35.0'E (0°7,9' leste de Roma); (ii) Contessa Valley, 3 km noroeste de Gubbio: 43°22,6'N, 12°33,7'E (0°6,6' leste de Roma); (iii) Ponte pênsil de Petriccio, 2,3 km oeste-sudoeste de Acqualagna: 43°36,7'N, 12°38,7'E (0°11,6' leste de Roma); (iv) Corte na estrada de Acqualagna, 0,8 km ao sudoeste da cidade: 43°36,7'N, 12°40,8'E (0°13,7' leste de Roma); and (v) Vale em Cerbara: 43°36,1'N, 12°33,6'E (0°6,5' leste de Roma). Agradecemos a E. Sannipoli, W. S. Leith, e S. Marshak pela ajuda na amostragem dessas secções.

(32) J. H. Crocket, J. D. McDougall, R. C. Harriss, *Geochim. Cosmochim. Acta* 37, 2547 (1973).

(33) Coordenadas: 55°16,7'N, 12°26,5'E. Agradecemos a I. Bank e S. Gregersen por levar W. A. a essa localidade.

(34) A. Rosenkrantz and H. W. Rasmussen, *Guide to Excursions A42 and C37* (21st International).

As demais referências encontram-se no artigo original publicado no número de 6 de junho de 1980 da revista "Science".

AS FONTES DO GRANDE ABISMO

O versículo 11 do capítulo 7 do livro de Gênesis (tradução Almeida revista e atualizada no Brasil pela Sociedade Bíblica do Brasil), tratando do episódio do dilúvio declara:

"... nesse mesmo dia romperam-se todas as fontes do grande abismo, e as comportas dos céus se abriram"

A par da linguagem poética majestática utilizada para a descrição desse cataclisma universal, a menção às fontes de águas do grande abismo apresenta sem dúvida o seu lado verdadeiramente literal.

Notícia veiculada pela revista "New Scientist" de 19 de abril de 1985, de autoria de Bob White, com o título "O buraco mais fundo do mundo", traz interessante informação a respeito das águas subterrâneas profundas, que pode ser considerada no contexto daquela declaração bíblica.

A seguir, alguns trechos da mencionada notícia.

Na península de Kola, na União Soviética, a 250 quilômetros ao norte do Círculo Ártico, engenheiros e geólogos estão perfurando desde 1970 o que hoje já é o poço mais profundo do mundo. Ele ultrapassa o seu rival mais próximo, o poço Bertha Rogers, de Oklahoma, nos Estados Unidos, em cerca de quase 3000 metros. E, ao contrário do poço americano, a perfuração ainda continua.

O fundo do poço já atingiu 12.000 metros abaixo do nível do solo, e estão sendo perfurados tipos de rochas que até o presente não haviam sido amostrados. No ano passado começaram a ser divulgados alguns dados bastante interessantes referentes aos resultados obtidos. O mais interessante e surpreendente foi a descoberta de grandes quantidades de água em grandes profundidades da crosta terrestre. Os primeiros resul-

tados formais obtidos na perfuração foram apresentados na vigésima sétima reunião da "International Geological Union" realizada em Moscou em agosto do ano passado, e a primeira publicação dos dados em periódico científico ocidental foi feita no *Scientific American* de dezembro de 1984.

... O resultado mais surpreendente da perfuração foi a descoberta de grandes quantidades de água quente, altamente mineralizada.. ... Entre 4500 e 9000 metros abaixo da superfície, a água estava sob pressões tão elevadas que havia fraturado e desagregado a rocha, aumentando a sua porosidade por um fator igual a três ou quatro. Depósitos hidrotermais de sulfetos de Cobre, Níquel, Zinco e Cobalto foram encontrados nessa zona de alta pressão, sugerindo que devem existir na crosta continental consideráveis volumes de minério hidrotermal.

Instalações da perfuração do poço na Península de Kola

... A descoberta de água em grandes profundidades na crosta terrestre em Kola sugere que a explicação para as reflexões sísmicas em camadas profundas pode estar ligada à sua geração nas rochas altamente fissuradas que contêm fluidos, na base da crosta. Se realmente isso acontece, terão de ser reconsiderados muitos dos conhecimentos atuais sobre os processos geológicos em operação na crosta terrestre.

MUDANÇAS ANTROPOGÊNICAS DE ALBEDO E O CLIMA TERRESTRE

A revista "Science" de 21 de dezembro de 1979 publicou interessante artigo com o título acima, de autoria do conhecido Carl Sagan, em colaboração com Owen B. Toon e James B. Pollack. Evidentemente, o assunto é tratado sob o prisma evolucionista, mas não deixa de ser interessante verificar que são feitas afirmações no sentido de que os resultados obtidos pelos pesquisadores sugerem que os seres humanos nos últimos milênios têm sido responsáveis por alterações climáticas globais, o que se enquadra perfeitamente dentro de uma perspectiva criacionista. Alguns cálculos numéricos interessantes são apresentados pelos autores, bem como considerações outras sobre os mecanismos de realimentação que regem o comportamento do clima terrestre. Em face do interesse que o assunto desperta para nossos leitores, são transcritos a seguir alguns trechos do referido artigo.

... A Tabela 1 mostra uma divisão da história humana a grosso modo, junto com algumas motivações que induziram alterações ambientais durante cada época. São listadas também numerosas alterações ambientais que têm sido seriamente consideradas como sendo antropogênicas e suspeitas de terem induzido alterações ambientais.

Alterações ambientais antropogênicas

Na realidade, algumas alterações ambientais podem ter sido devidas parcialmente a causas

TABELA I - Alterações ambientais antropogênicas

Época	Alguns motivos para a alteração ambiental	Algumas alterações ambientais inadvertidas, em diferentes épocas
Caça e coleta	**Preparo da terra**	**Desflorestamento das regiões temperadas** • América do Norte – criação das pastagens nativas americanas até cerca de 1600 A.D. • Europa Oriental – formação das estepes, período pré-clássico **Desflorestamento das regiões tropicais** • África – formação das savanas desde a descoberta do fogo.
Agrícola	**Expansão da agricultura**	**Desertificação** • Região do Sahara-Arábia, iniciando em torno de 5000 a.C. até o presente • Índia, Paquistão, Suméria, de 2000 a.C. até 400 A.D. • Peru, em torno de 1200 A.D.
	Geração de energia	**Desflorestamento das regiões temperadas** • China, de 2000 a.C. a 1950 A.D. • Bacia Mediterrânea, de 500 a.C. a 500 A.D. • Europa Central e Ocidental, de 1000 A.D. a 1900 A.D. • Estados Unidos, de 1800 a 1900 A.D. **Desflorestamento dos trópicos** • África, Indonésia, América do Sul, desde a origem da agricultura.
Tecnológica	**Urbanização** **Expansão das terras agricultu-ráveis** **Criação de lagos artificiais.** **Produção de substâncias químicas sintéticas** **Geração de energia.** **Produção de matérias primas**	**Desertificação, desflorestamento em regiões temperadas e tropicais, alterações principalmente posteriormente a 1800 A.D.** • Criação de ilhas de calor urbanas • Concentração de poluentes do solo e da água. • Alteração do ciclo hidrológico pela agricultura e irrigação. • Destruição do solo pela erosão acelerada. • Alteração da composição da atmosfera (gás carbônico, aerossóis e "smog"). • Destruição das comunidades naturais de plantas e animais

naturais. Por exemplo, algumas florestas podem ter-se convertido em pastagens pela mudança das condições climáticas após a última idade glacial, há cerca de dez mil anos.

... Mudanças ocorridas no uso do solo, de floresta de clima temperado a terras agricultu-ráveis, de floresta tropical a savanas ou cerrados, ou de pastagens a deserto, alteram o microclima. As alterações de microclima são significativas porque os seres humanos vivem dentro do microclima, debaixo de vegetação e ao seu lado. Muitas das alterações ambientais são efetuadas visando tornar mais agradável o microclima. A simples alteração da cobertura vegetal afeta o albedo superficial e o escoamento das águas da chuva, altera a relação entre o transporte de calor sensível e latente, e modifica bastante os ventos superficiais. Essas variações, por sua vez, provocam alterações na umidade do solo, na temperatura e nas taxas de erosão.

... A atividade humana pode ter acidentalmente ocasionado numerosas alterações climáticas regionais em regiões áridas. O deserto de Rajasthan na Índia cobre cerca de 300 mil km^2, ou aproximadamente 0,7% da área continental da Terra. Há vários milênios essa região foi o berço da civilização do vale do Indo. Mesmo sendo então uma região árida, aparentemente ela era muito mais úmida e menos inclemente do que é hoje. A umidade atmosférica nas altitudes troposféricas sobre o deserto de Rajasthan é elevada. Bryson e colaboradores sugerem que a ausência de precipitações é ocasionada pela subsidência da atmosfera, que é provocada pelo resfriamento efetuado pela poeira em suspensão, que por sua vez resulta da ausência de vegetação, que, finalmente, é consequência da pecuária superintensiva.

... No Sahara, os desertos também cobriram antigas cidades agrícolas, demonstrando que o balanço hídrico no passado foi mais favorável. ... Abundam exemplos de áreas hoje desérticas que há alguns séculos foram descritas como cobertas de vege-

tação e povoadas por pessoas e animais. [12]

... Chaney e colaboradores, [16] e Otterman, [17] sugerem que um declínio na densidade superficial da vegetação altera o albedo da superfície e altera o balanço hídrico superficial, induzindo assim mudanças na circulação de meso-escala, que realimenta o sistema positivamente, causando novos declínios na vegetação devido à redução das precipitações. Nesses modelos, o homem pode alterar a vegetação, o que então muda o clima; ou, ainda, um deslocamento climático global que destrua a vegetação pode se tornar auto-sustentado.

... Otterman [18] estima que $3{,}4.10^7$ km^2 de terras áridas se converteram em deserto. A nossa estimativa é de 9.10^6 km^2, a grosso modo igual à metade da área classificada como deserto, excluindo os desertos polares, os rochosos e os arenosos, [19,21] o que destaca nossa crença de que alguns desertos foram criados por forças naturais, o que também está de conformidade com outras apreciações qualitativas [9-12].

... Cerca de 40% das florestas equatoriais africanas foram convertidas em savanas, ou cerrados, nos últimos milênios, e metade das florestas restantes sofreu alteração. Grandes áreas da Indonésia e da América do Sul também foram modificadas. O Brasil perdeu 40% de suas florestas, e todas as pastagens existentes no país podem ser de origem antropogênica [22].

... As diferenças entre os microclimas das florestas tropicais e das áreas desmatadas são enormes. Quando as florestas são removidas, a variação diária da temperatura do solo é maior, e o solo fica menos protegido contra as chuvas torrenciais, o que resulta na destruição do solo para finalidades agrícolas e na criação de enormes problemas para a humanidade [5].

... Na bacia mediterrânea e na China, as civilizações no passado há muito tempo destruíram suas florestas de clima temperado, mas na América do Norte e na maior parte restante da Europa a destruição das florestas de clima temperado concentrou-se nos últimos mil anos e especialmente durante os últimos 500 anos. ... Alguns acreditam que, no decorrer do último milênio, cerca de $1{,}5.10^7$ a 2.10^7 km^2 de florestas de clima temperado foram convertidos em terra arável e pastagens [2].

... Os microclimas das florestas de clima temperado e das terras aráveis e pastagens são claramente bastante distintos [26]. A mais interessante relação existente entre o desflorestamento e a alteração climática é a aparente quase coincidência entre o desflorestamento europeu e norte-americano e a "Pequena Idade Glacial" [27]. Esta "Pequena Idade Glacial" situou-se no período aproximado de 1200 a 1900 A.D., no qual as geleiras de montanha estiveram mais avançadas e a vegetação nas áreas marginais esteve sob a maior tensão do que antes de 1200 A.D. ou atualmente. ... Pensa-se que a temperatura média global durante a "Pequena Idade Glacial" tivesse atingido cerca de 0,5°C abaixo do valor atual, com as regiões de maior latitude sendo mais afetadas. Nos Estados Unidos, o período de maior desmatamento foi o século dezenove. Por ocasião da Primeira Guerra Mundial as florestas americanas haviam diminuído em cerca de 60% ($1{,}5.10^5$ km^2) e desde então ocorreu um reflorestamento de cerca de $0{,}5.10^6$ km^2 [20, 21]. Na Europa, o desflorestamento extensivo iniciou-se em torno de 1.000 A.D., avançou até 1300 A.D. e então. por causa da epidemia de peste. declinou sensivelmente entre 1350 e 1450 A.D., começando novamente, de forma intensa, em torno de 1500 A.D. Da mesma forma que nos Estados Unidos, o mínimo de florestas foi atingido por ocasião da Primeira Guerra Mundial, tendo ocorrido a partir de então algum reflorestamento. Cerca de 80% da Europa Central estava coberto de florestas no ano 900 A.D., mas somente 25% em 1900 A.D. [80]. O desmatamento foi tão extenso que a Grã-Bretanha passou por uma crise de madeira em 1550, a partir da qual voltou-se para o uso do carvão [28]. Curiosamente, foi observado na Grã-Bretanha um sério problema de poluição pelo carvão entre 1300 e 1400, e depois de 1550 A.D., mas não entre 1400 e 1550 A.D. o que concorda bastante com os períodos de desflorestamento e com o interlúdio da "Pequena Idade Glacial".

Além do fato de que as épocas do desflorestamento e da "Pequena Idade Glacial" parecem ter coincidido em algum detalhe, existe um mecanismo físico para tal conexão. Os microclimas das regiões cobertas de florestas, e das desmatadas, diferem sob vários aspectos, um dos quais, de forma mais drástica, diz respeito

ao valor do albedo de inverno. O albedo tanto das florestas decíduas como das florestas de coníferas cobertas de neve geralmente é cerca de 0,2 a 0,5 menor do que o das terras agriculturáveis também cobertas de neve [24]. Como o albedo de inverno da área coberta por florestas é geralmente de 0,2 a 0,3, o desflorestamento praticamente duplica o albedo de inverno. Uma variação tão grande no valor do albedo, ao longo de uma área da extensão da Europa, sem dúvida afetaria o clima regional e bem poderia ter perturbado o clima ao longo de uma parte significativa do globo.

Existem, de fato, outras causas possíveis para a "Pequena Idade Glacial", como por exemplo atividade vulcânica [29] ou atividade solar [30], ambas tendo sido objeto de variações observáveis durante o período. O atual reflorestamento na Europa e nos Estados Unidos recuperou somente uma pequena fração das terras, e portanto não está muito claro, considerando somente o desflorestamento, por que o clima terrestre teria se aquecido tão extensivamente de 1900 a 1940. Além do mais, a história tanto das alterações climáticas quanto das taxas de desflorestamento não é conhecida com tanta precisão que nos possa fazer confiantes no seu paralelismo, nem garantir que o desflorestamento tenha sido tão rápido para ter provocado a velocidade da variação climática. Mais investigação é claramente justificável.

... Muitos fatores atuam para alterar o clima regional e global. Acreditamos que os efeitos dos seres humanos sobre o clima, tanto antigo quanto moderno, não são insignificantes em comparação com outras causas de alteração climática. Muito trabalho precisa ser feito para melhor estimar a intensidade do impacto humano sobre o clima.

Referências

(1) R. A. Bryson, *Science,* 184. 753 (1974); W. W. Kellogg and S. H. Schneider, *ibid.* 186. 1163 (1974).

(2) SMIC (Study of Man's Impact on Climate) report. *Inadvertent Climate Modification* (MIT Press. Cambridge, Mass. 1971).

(3) O. C. Stewart, *in Man's Role in Changing the face of the Earth*, W. L. Thomas, Ed. (Univ. of Chicago Press, Chicago, 1956), pp. 115-133).

(4) H. H. Bartlett, *in ibid.*, pp. 697-720; A. J. Kayll, in *Fire and Exosystems*, I. T. Kozlowski and C. E. Ahlgren, Eds. (Academic Press, New York, 1974), pp. 483-511).

(5) E. Eckholm, *Losing Ground* (Norton, New York, 1976).

(6) G. Herm, *The Phoenicians* (Morrow, New York, 1975).

(7) Até mesmo atividades de cunho religioso e científico podem ter ocasionado substâncias queimadas. J. Eddy (em comunicação pessoal) estima que os povos nativos americanos criaram cerca de milhares de círculos de fogo e estruturas com elas relacionadas para utilização com fins astronômicos. Isso exigiu queimadas, e certamente muito mais terreno do que o necessário foi sujeito a queimadas acidentais durante a construção.

(8) H. C. Darby, *in* Man's Role in Changing the Face of the Earth, W. L. Thomas, Ed. (Uni. of Chicago Press, Chicago, 1956), pp. 183-186.

(9) J. E. Oliver, Climate and Man's Environment (Wiley, New York, 1973).

(10) R. A. Bryson, and D. A. Baerreis, *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 48, 136 (1967); R. A. Bryson, *in* The Enviromental Future, N. Polunini, Ed. (Macmillan, London, 1972), pp. 133-173.

(11) Harshvardhan e R. D. Cess, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* 19, 621 (1978).

(12) E. G. Davy, *WMO Bull.* 23, 18 (1974); K. W. Butzer, *in* Prehistoric Agriculture, S. Struever, Ed. (Natural History Press, Garden City, N. Y., 1971), pp. 313-334; J. L. Cloudsley-Thompson *Int. J. Environ. Stud.* 2, 35 (1971); Secretariat of the U. N. Conference on Desertification, Desertification: Its Causes and Consequences (Pergamon, New York, 1977); M. H. Glantz, Desertification: Environmental Degradation in and Around Arid lands (Westview, Boulder, Colo., 1977).

(13) N. Wade, *Science* 185, 234 (1974).

(14) D. Winstanley, *Nature* (London) 245, 190 (1973).

(15) P. D. Moore, *ibid.* 250, 534 (1974).

(16) J. G. Charney, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 101, 193 (1975); _____, P. H. Stone, W. J. Quirk, *Science*, 186, 531 (1974).

(17) J. Otterman, *Science* 186, 531 (1974).

(18) _____, *Climatic Change* 1, 137 (1977).

(19) H, H, Lamb, Climate Present, Past and Future (Methuen, London, 1972), vol. 1; R. Whittaker and G. Likens, *in* Primary Productivity of the Biosphere, H. Lieth and R. Whittaker, Eds. (Springer-Verlag, New York, 1973).

(20) C. S. Wong, *Science*, 200, 197 (1978).

(21) G. M. Woodwell *et al., ibid.* 199, 141 (1978); B. Bolin, *ibid.* 196, 613 (1977); S. Haden-Guest, J. K. Wright, E. M. Teclaff, Eds., A. World Geography of Forest Resources (Ronald, New York, 1956).

(22) J. Phillips, *in* Fire and Ecosystems, T. T. Kozlowsku and E. E. Ahlgren, Eds. (Academic Press, New York, 1974), pp. 435-481.

(23) G. L. Potter, H. W. Ellsaesser, M. C. Mac Cracken, F. M. Luther, *Nature* (London) 258, 697 (1975).

(24) E. C. Kung, R. A. Bryson, D. H. Lenschow, *Mon. Weather Rev.* 92, 543 (1964); J. Hummel and R. A. Reck, *J. Appl. Meteorol.* 18, 239 (1979); J. W. Posey and P. F. Clapp, *Geofis. Int.* 4, 33 (1964).

(25) Citado por H. E. Landsberg, *Science*, 170, 1265 (1970).

(26) J. L. Monteith, Ed., Vegetation and the Atmosphere, vol. 2, Case Studies (Academic Press, New York, 1976).

(27) A coincidência dos eventos foi previamente observada brevemente por J. Kukla [*Geol. Mijnbouw* 448, 307 (1969)] e por J. R. Bray (*Adv. Ecol. Res* 7, 177 (1971)].

(28) J. T. Curtis, *in* Man's Role in Changing the Face of the Earth, W. L. Thomas, Ed. (Univ. of Chicago Press, Chicago, 1956), pp. 751-736; *J. U. Nef. Sci. Am.* 237, 140 (November 1977); W. H. Te Brake, *Technol. Culture* 16, 337 (1975).

(29) J. B. Pollack, O. B. Toon, A. Summers, B. Baldwin, C. Sagan, W. Van Camp, *Nature* (London) 263, 551 (1976).

(30) J. A. Eddy, *Science*, 192, 1189 (1976).

(31) S. Manabe and R. T. Wetherald, *J. Atmos. Sci.*, 24, 241 (1967).

(32) Esta pesquisa foi apoiada em parte pelo Auxílio ATM 76-81380 da *National Science Foundation*, e pelo Auxílio NGR 33-010-082 da *NASA*.

ATIVIDADE VULCÂNICA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Com o título acima, a revista "Science" da "American Association for the Advancement of Science" publicou um artigo de Reid A. Bryson e Brian M. Goodman, em seu número de 7 de março de 1980, do qual se transcrevem alguns trechos a seguir, de maior interesse para nossos leitores.

Desde antes dos tempos de Aristóteles é sabido que a variação do clima é em parte função da intensidade da radiação solar à medida que ela varia com a latitude. Nos últimos dois séculos surgiu também a ideia de que a variação climática em função do tempo poderia estar relacionada com as variações da intensidade solar observadas no nível do solo [1]. Estas variações poderiam ser devidas ou a alterações na irradiação solar ou a mudanças na transparência da atmosfera. De fato, as simulações mais bem sucedidas do andamento das temperaturas hemisféricas ou zonais no decorrer do século passado basearam-se na hipótese de que a transparência da atmosfera sem nuvens tivesse variado - especificamente, como relatado neste artigo, em resposta a variações da turbulência produzida vulcanicamente [2].

Em parte, esses modelos ajudam a distinguir entre as variações da radiação solar direta observada na superfície e as variações produzidas por dejetos vulcânicos que alteram a transparência atmosférica. Por exemplo, a sensitividade da temperatura superficial hemisférica média a uma alteração de 1% no valor da constante solar é da ordem de 1,2 a 2,0 °K [2]. Como os valores medidos da radiação solar direta diminuíram cerca de 5% durante o período de 1945 a 1975 [3], a temperatura superficial média deveria ter diminuído de 6 a 10 °K durante esse período, se somente a constante solar tivesse variado [4]. Esse valor é muito maior do que os 0,3 °K observados [5]. Por outro lado, se a turbidez da atmosfera variasse o suficiente para reduzir de 5% a radiação direta sobre a superfície, a temperatura superficial média deveria diminuir cerca de 0,85 °K, desprezando-se todos os demais fatores. Isso acontece porque o aumento da turbidez aumenta a radiação difusa quase que na mesma proporção em que diminui a radiação direta. Corrigindo esse valor levando-se em conta o efeito do aumento do dióxido de Carbono (cerca de 12 partes por milhão), que leva a um aumento da temperatura em torno de 0,30 a 0,35 °K [6], resulta um decréscimo na temperatura superficial média hemisférica calculado entre 0,50 a 0,55 °K. Este valor está bem mais próximo do decréscimo observado, do que o valor obtido com a hipótese da diminuição da constante solar. Se levarmos em conta tam-

bém a defasagem produzida pelo armazenamento de calor nos oceanos, os valores estão bem próximos entre si.

O raciocínio acima, com o auxílio de um modelo físico indica que será necessário estimar os níveis futuros da atividade vulcânica, se quisermos estimar as condições climáticas para as próximas décadas, ou para o próximo século. Consideraremos neste artigo alguns aspectos dos níveis de atividade vulcânica no passado, em busca de evidências adicionais dos seus relacionamentos com o clima, e indícios de tendências e periodicidade que possam ter importância para as predições do comportamento futuro.

Se o declínio da transparência atmosférica desde meados de 1945 deve ser atribuído ao aumento da atividade vulcânica, deveríamos ser capazes de encontrar dados que venham apoiar esta hipótese. Dois conjuntos de dados pertinentes são apresentados na Figura 1. A curva superior foi construída após uma cuidadosa reanálise dos dados sobre a radiação direta obtidos com piro-heliômetros e actinômetros em 42 locais entre as latitudes norte de 20° e 60°. Essencialmente é esse o corpo total de dados existentes na literatura.

... A curva superior indica a profundidade ótica residual atribuída aos aerossóis após a sucessão do efeito do ar limpo, do vapor d'água, do ozônio, etc.

A curva inferior da Figura 1 foi traçada a partir da listagem de cerca de 6000 erupções historicamente registradas nos arquivos do Centro de Pesquisas Climáticas da Universidade de Wisconsin, em Madison. Este número é aproximadamente dez vezes maior do que o número de erupções da cronologia de Lamb [9], que tem sido usada por muitos autores para o acompanhamento das interações entre o clima e os vulcões [10,11]. Os números aí utilizados correspondem a erupções relatadas como sendo de grande intensidade, devendo-se notar, contudo, que um número muito maior de erupções de todas as intensidades foi registrado durante os primeiros anos deste século e na última década, do que no período de 1925 a 1955. Realmente, o andamento da atividade vulcânica no decorrer deste século ocorreu no sentido inverso do bem conhecido andamento da temperatura média hemisférica. De 1945 a 1970 o número anual de erupções praticamente duplicou, de 16 a 18 para 37 a 40. Durante o mesmo intervalo, a profundidade ótica dos aerossóis também praticamente dobrou.

Tem sido reconhecido nos últimos anos que existem múltiplas causas para a variação climática. Em uma escala de longo termo existe a aceitação crescente da importância dos parâmetros orbitais relacionados com a Terra e o Sol, conforme elucidado primeiramente por Milankovich. Numa escala de tempo menor, estão sendo pesquisados vários fatores intervenientes, desde as manchas solares até mecanismos internos de realimentação. A análise feita neste artigo sugere que as variações nos níveis da atividade vulcânica hemisférica, e talvez global, podem ser de importância na escala de anos até vários milênios.

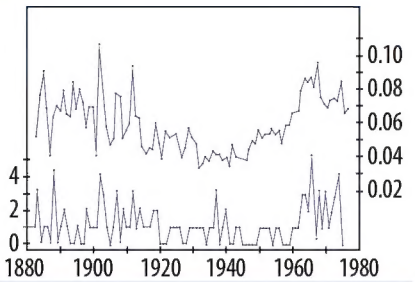


Figura 1 - Gráfico de cima - Profundidade ótica média anual dos aerossóis, baseada em 42 estações situadas entre as latitudes norte de 20° e 65°. Gráfico de baixo - Número anual de erupções vulcânicas de grande intensidade no hemisfério norte

Referências

(1) J. A. Eddy [*Clim. Change* 1, 173 (1997)] fez uma revisão crítica e atualizou a informação disponível com relação às variações da intensidade solar.

(2) R. A. Bryson and G. J. Dittberner. *J. Atmos. Sci.* 33, 2094 (1976). Destes quatro esforços para elaborar modelos, os primeiros dois simulam com maior aproximação a evolução das temperaturas hemisféricas no passado.

(3) Z. I. Pivovarova. *Tr. Gl. Geofiz.* Obs. 233, 17 (1968); *Meteorlo, Gidrol.* 9, 328 (1977).

(4) O decréscimo da ordem de 5 na radiação direta supera também, por mais de uma ordem de grandeza, a maior variação provável do valor da constante solar durante o mesmo período, de acordo com S. Sofia. J. O'Keefe. J. R., Lesh, and A. S. Endal [*Science,* 204, 1306 (1979)] and D. V. Hoyt [*Rev. Geophys. Space Phys.* 17, 427 (1979).

(5) I. I. Borzenkova, K. Vinnikov, L. P. Spirina, D. I. Stekhnovskiy, *Meteorol. Gidrol.* 7, 27 (1976).

(6) S. Manabe e R. T. Wetherald. *J. Atmos. Sci.* 32, 3 (1975).

(9) H. H. Lamb. *Philos. Trans. R. Soc.* London Rev. A. 266, 425 (1970).

(10) A. J. Dyer, Q. *J. R., Meteorol. Soc.* 100, 563 (1974).

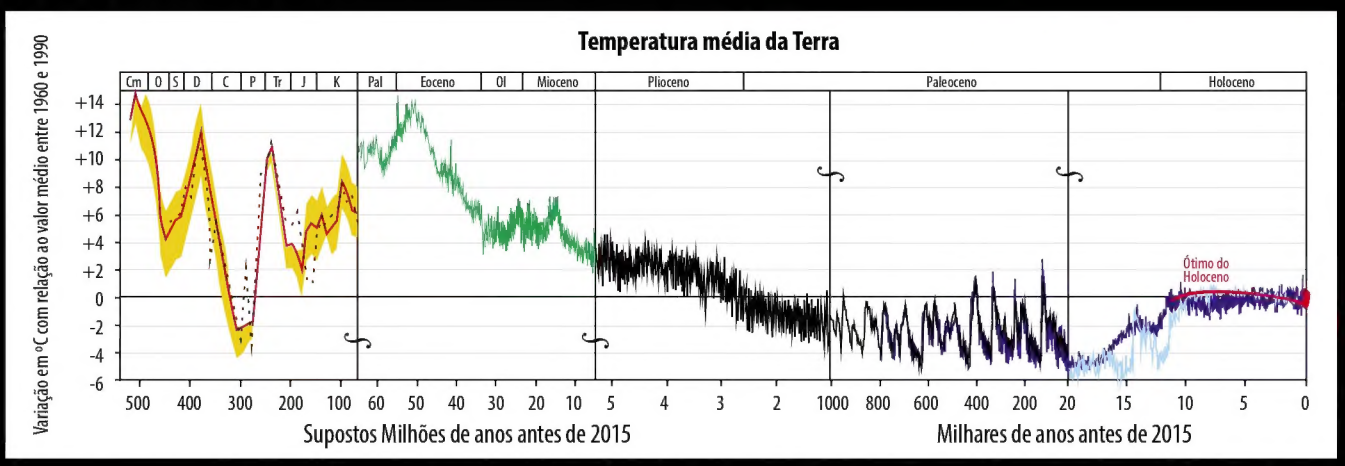
(11) J. R. Bray, *Nature* (London) 248. 42 (1974).

ISSN 1518-3696

ERUPÇÃO DO VULCÃO ETNA

O Etna é um vulcão ativo situado na parte oriental da Sicília (Itália), entre as províncias de Messina e Catânia. É o mais alto vulcão da Europa e um dos mais altos do mundo, atingindo cerca de 3350 metros de altitude.

Além de ser o vulcão mais alto da Europa, o Etna é também a mais alta montanha da Itália ao sul dos Alpes. A extensão total da base do vulcão é de 1.190 km², com uma circunferência de 140 km, o que o faz superar em quase três vezes o tamanho do Vesúvio.

É um dos vulcões mais ativos do mundo e está praticamente em constante erupção. Ocasionalmente, o Etna pode ser bastante destrutivo, mas, normalmente, as erupções não oferecem grande risco à população que vive nas localidades próximas. Os solos vulcânicos em redor propiciam bons campos para a agricultura, com vinhedos e hortas espalhados nas faldas da montanha e em toda planície de Catânia, ao sul.

Sua última erupção ocorreu no dia 28 de fevereiro de 2017.